COUNTWAY LIBRARY
HC 4004 D

DIE PSEUDARTHROSEN UND DIE DURCH KNOCHENDEFEKTE ENTSTANDENEN SCHLOTTERGELENKE

VON

GEORG HOHMANN

Deutsche Orthopädie
Herausg. von H. Gocht
5. Band

BOSTON MEDICAL LIBRARY
PURCHASED FROM THE INCOME OF THE
SAMUEL WHEELER WYMAN
MEMORIAL FUND

TTO ENSLIN
HANDLUNG FÜR MEDIZIN

Neuester Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.

DEUTSCHE ORTHOPÄDIE

herausgegeben von

Prof. Dr. **Hermann Gocht** in Berlin.

Bisher sind erschienen:

I. Band: Orthopädische Technik.

Anleitung zur Herstellung orthopädischer Verbandapparate.

Von Prof. Dr. Hermann Gocht.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Mit 235 Textabbildungen.

Lex. 8°. 1917. Preis geh. M. 7.—, in Leinw. geb. M. 13.—

Hierzu kommt 150% Verlagsteuerungszuschlag.

II. Band: Künstliche Glieder.

Von Prof. Dr. Herm. Gocht, Dr. R. Radike und Dr. F. Schede.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Mit 689 Textabbildungen.

Lex. 8°. 1920. Preis geh. M. 48.—, in Leinw. geb. M. 58.—

III. Band:

Die sogenannte angeborene Hüftverrenkung

ihre Pathologie und Therapie.

Von Prof. Dr. Adolf Lorenz.

Mit 122 Textabbildungen.

Lex. 8°. 1920. Preis geh. M. 50.—, in Leinw. geb. M. 64.—

IV. Band:

Die Orthopädie in der Kriegs- und Unfallheilkunde.

Bearbeitet von

A. Blencke in Magdeburg, **P. Möhring** in Kassel, **F. Mommsen** in Berlin, **S. Peltesohn** in Berlin, **K. Singer** in Berlin, **H. Spitzy** in Wien und **A. Stoffel** in Mannheim.

Herausgegeben von

Prof. Dr. Hermann Gocht in Berlin.

Mit 167 Textabbildungen.

Lex. 8°. 1921. Preis geh. M. 62.—, in Leinw. geb. M. 76.—

Die **„Deutsche Orthopädie“** wird entsprechend ihrer immer wachsenden Bedeutung alle Gebiete der Orthopädie umfassen; sie soll zwanglos in größeren und kleineren Arbeiten erscheinen, und zwar jede Einzeldarstellung aus der Feder des besonders mit der betreffenden Materie Vertrauten. Daß sich die Orthopädie auf manchen Gebieten mit der Chirurgie, mit der Kinderheilkunde, mit der inneren Medizin, mit der Nervenheilkunde begegnet, hat sie mit allen diesen Spezialwissenschaften gemeinsam.

Die **Orthopädie** hat es zu tun mit der Erhaltung und Wiederherstellung der Wohlgestalt des ganzen Körpers und des Wohlgebrauchs seiner Gliedmaßen, d. h. die Orthopädie umfaßt die Beobachtung, die Verhütung und die Heilung aller Abweichungen von der normalen Form und Funktion der Knochen und Gelenke bezw. einzelner ganzer Körperabschnitte; sie ist letzten Endes die Heilwissenschaft der äußeren Form im Gegensatz zur Chirurgie, die es besonders mit dem Inhalt der Form zu tun hat.

Die folgenden Einzelarbeiten mögen diese kurzen Andeutungen ausführen und dazu beitragen, die deutsche Orthopädie an Wissenschaftlichkeit und Gründlichkeit auszubauen. Denn es gilt den größten Fleiß und das Einsetzen unseres ganzen Wissens und Könnens, damit die Deutsche Orthopädie nicht von der des Auslandes überflügelt wird.

Gocht.

Zunächst werden erscheinen:

Die Pseudarthrosen und die durch Knochendefekte entstandenen Schlottergelenke. Bearbeitet von Dr. med. Georg Hohmann.

Knochen- und Gelenktuberkulose. Bearbeitet von Prof. Dr. K. Ludloff.

Osteomyelitis. Bearbeitet von Dr. W. V. Simon.

Die Deformitäten der unteren Extremität. Bearbeitet von Prof. Dr. K. Biesalski.

Die Deformitäten des Hüftgelenks. Bearbeitet von Prof. Dr. G. Drehmann.

Die Deformitäten bei Erkrankungen des Nervensystems. Bearbeitet von Prof. Dr. A. Blencke.

Preis geh. M. 21.–, in Leinw. geb. M. 34.–

DEUTSCHE ORTHOPÄDIE

HERAUSGEGEBEN VON

HERMANN GOCHT
IN BERLIN

BEARBEITET VON

K. BIESALSKI IN BERLIN, A. BLENCKE IN MAGDEBURG, G. DREHMANN IN BRESLAU, H. GOCHT IN BERLIN, G. HOHMANN IN MÜNCHEN, A. LORENZ IN WIEN, K. LUDLOFF IN FRANKFURT A. MAIN, P. MÖHRING IN KASSEL, F. MOMMSEN IN BERLIN, S. PELTESOHN IN BERLIN, R. RADIKE IN BERLIN, F. SCHEDE IN MÜNCHEN, W. V. SIMON IN FRANKFURT A. M., K. SINGER IN BERLIN, H. SPITZY IN WIEN, A. STOFFEL IN MANNHEIM u. a.

---

5. Band:

Die Pseudarthrosen und die durch Knochendefekte entstandenen Schlottergelenke.

Von

Dr. med. GEORG HOHMANN,
Privatdozent für orthopädische Chirurgie in München.

Mit 80 Textabbildungen.

VERLAG VON FERDINAND ENKE IN STUTTGART.
1921.

Die Pseudarthrosen und die durch Knochendefekte entstandenen Schlottergelenke.

VON

DR. MED. GEORG HOHMANN.
Privatdozent für orthopädische Chirurgie in München.

MIT 80 TEXTABBILDUNGEN.

VERLAG VON FERDINAND ENKE IN STUTTGART.
1921.

BOSTON MEDICAL
JAN 25 1922
LIBRARY

18 P 64

1921 Enke

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG, VORBEHALTEN.

COPYRIGHT 1921 BY FERDINAND ENKE, PUBLISHER, STUTTGART.
Gesetzliche Formel für den Urheberrechtsschutz in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

Vorwort.

Diese Arbeit ist aus den Erfahrungen der Pseudarthrosensammelstation des Münchener Fürsorgelazaretts hervorgegangen, die ich seinerzeit auf Anregung eines Vortrages von Geheimrat König-Würzburg einrichtete und führte. Sie beruht auf der eingehenden Beschäftigung mit einem sehr großen Krankenmaterial, aus dem ich 100 Fälle operierte und entsprechend nachbehandelte. Die Arbeit hat der Münchener medizinischen Fakultät als Habilitationsschrift vorgelegen. Äußere Umstände verzögerten die Drucklegung.

München.

Der Verfasser.

Inhalt.

	Seite
Vorwort	VII
1. Zur Pathologie der Pseudarthrosen	1
2. Zur Ätiologie der Pseudarthrosen	5
3. Die Behandlung der Pseudarthrosen	9
a) An der einknochigen Extremität	10
b) An der doppelknochigen Extremität	29
4. Die Defektschlottergelenke	46
5. Zusammenfassung	56
Literatur	58
Sachregister	62

BOSTON MEDICAL
JAN 25 1922
LIBRARY

Zur Pathologie der Pseudarthrosen.

Zu den schwersten Schädigungen der Gebrauchsfähigkeit der Gliedmaßen unserer Kriegsbeschädigten gehören die Pseudarthrosen, die durch Nichtzusammenheilen der Schußbrüche der Knochen oder durch Knochendefekte entstehen. Selbst durch die Anwendung orthopädischer Stützapparate kann die Beschädigung nur selten so weit ausgeglichen werden, daß das Glied ausreichend gebraucht werden kann. Arm und Bein leiden unter dieser Beschädigung wohl nicht ganz in gleichem Grade, das Bein meist etwas weniger als der Arm. Denn in der Mehrzahl der Fälle kann der Schienenhülsenapparat den nicht festgewordenen Knochen des Beines soweit feststellen, daß immerhin genügend Geh- und Stehfähigkeit erreicht wird. Aber um dies zu erzielen, ist dann meist die Fixierung eines oder beider benachbarter Gelenke nötig, was am Oberschenkel durch die Mitfixierung des Beckens für den Träger des Apparates eine erhebliche Belastung und Behinderung bedeutet; am Unterschenkel genügt mitunter ein Hülsenapparat bis zum Knie, oft ist er jedoch bis zum Tuber ischii notwendig. Gleichwohl gibt es aber sehr bewegliche Pseudarthrosen des Beines, in denen auch der Schienenhülsenapparat nicht die genügende Steh- und Gehfähigkeit bewirkt, so daß der Patient eine Befreiung von seinem Leiden wünscht. Viel ungünstiger liegen die Verhältnisse am Arm, und zwar am Oberarm ebenso wie am Unterarm und an den Fingern. Hier ist nur im günstigsten Falle eine Verbesserung der Gebrauchsfähigkeit des Armes durch den orthopädischen Apparat zu erreichen, meist hindert der Apparat mehr als er nützt, wenn auch zuzugeben ist, daß durch neuere Konstruktionen, wie von Schede oder Radike, einiges genützt werden kann. Immerhin sind die Leistungen des Apparates beschränkte. Besonders gilt dies für die Pseudarthrosen in der Nähe der Gelenke, bei denen die Fixierung der Pseudarthrose auch das nahe Gelenk mit feststellen muß und dadurch den Patienten erheblich behindert. Unser ärztliches Streben muß deshalb darauf gerichtet sein, durch die Beseitigung des falschen Gelenks die künstliche Stütze entbehrlich zu machen.

Durch den Krieg ist die Zahl der Pseudarthrosen, die im Frieden immerhin zu den selteneren pathologischen Erscheinungen gehören, ganz außerordentlich gestiegen. Auch sind diese Kriegspseudarthrosen nach der ganzen Art ihrer Entstehung pathologisch anders geartet als die sonst zur Beobachtung kommenden. Während es sich im Frieden teils um verzögerte Kallusbildung bei schweren Frakturen oft infolge von Konstitutionsanomalien oder um Interposition von Gewebe bei dislozierten Brüchen, teils um die kongenitale und infantile Form der immer wieder rezidivierenden Pseudarthrose des Unterschenkels handelt, ist es beim Kriegsmaterial die meist mit schwerer Eiterung verbundene Setzung eines Knochendefektes, die diesem das Hauptgepräge gibt.

Man unterscheidet Pseudarthrosen ohne größeren Knochendefekt, die eigentlichen echten Pseudarthrosen und Pseudarthrosen mit Knochendefekt, von denen wieder die Pseudarthrosen an der einknochigen von denen an der zweiknochigen Extremität praktisch geschieden werden müssen. Von den wahren Pseudarthrosen sind durch das eigentümlich pathologisch-anatomische Bild die Fälle mit verzögerter Kallusbildung theoretisch wie praktisch streng zu scheiden, obwohl man nicht selten, früher wie jetzt, einer Vermengung und gleichartigen Behandlung beider begegnen kann. Beide sind voneinander zum mindesten gradverschieden.

Der an den Knochenenden bei den Pseudarthrosen fast stets zu erhebende pathologische Befund ist von Brun-Zürich (Zentralbl. f. Chir. Nr. 44, 1917) präzis dargestellt worden. Derselbe stimmt auch mit meinen Beobachtungen, die ich als Leiter der Pseudarthrosenstation des Fürsorgereservelazaretts München an einem großen Material machen konnte, überein.

Meine Erfahrungen umfassen 1 Pseudarthrose des Schenkelhalses, 4 des Oberschenkels, 12 der Tibia, 1 der Fibula, 28 des Oberarmes, 22 des Vorderarmes (teils Radius, teils Ulna), 3 der Finger, 5 Resektionsschlotterkniegelenke, 1 Schlotterhüftgelenk, 14 Schlotterschultergelenke, 9 Schlotterellenbogengelenke, im ganzen 100 Fälle, die ich operiert habe. Viel größer ist die Gesamtzahl der von mir untersuchten und beobachteten Pseudarthrosenfälle.

Bei der Pseudarthrose ohne Defekt zeigt das obere Bruchende meist eine gewisse kolbige Verdickung oder Verbreiterung, die Knochenenden sind zackig, unregelmäßig gestaltet, ein verschwommener wolkiger Bruchspalt liegt zwischen ihnen, den narbig bindegewebige Substanz ausfüllt. Die in den Lehrbüchern oft beschriebenen zwischengelagerten Muskelfetzen finden sich im allgemeinen seltener, obwohl ich auch Fälle beobachten konnte, in denen die durch die Verletzung in ihrer Kontinuität getrennten Muskelbündel an den Pseudarthrosenenden angewachsen waren. Guleke sah bei über 50 Operationen niemals interponierte Muskelfetzen. Das Weichteilgewebe, das wir im Pseudoarthrosenspalt finden, ist echtes Narbengewebe, das in alle Spalten und Höhlen des zerklüfteten Knochens eindringt, die Pseudarthrose ringsum einschließt und das offenbar von schädlichstem Einfluß auf den Verknöcherungsprozeß ist. Oft umfaßt das obere Knochenende wie ein Becher oder eine Pfanne das untere. In dieser Pfanne bewegt sich das untere Fragment, durch die umgebenden Weichteile gehalten. Unregelmäßige, zackige, periostale Knochenwucherungen an beiden Bruchstücken umgeben das falsche Gelenk.

Im Röntgenbild sieht man nicht selten im Bereich der Knochenenden auf Höhlen deutende Aufhellungen der Struktur, die sich in situ als mit Granulationen erfüllte Knochenhöhlen erweisen. Das Röntgenbild zeigt weiter an den Knochenenden eine oft mehrere Zentimeter einnehmende kompaktaartige Verdichtung des Knochengewebes, die den Markraum wie ein Deckel abschließt. Bisweilen, es ist dies nach meiner Beobachtung der kleinere Teil der Fälle, läßt das Röntgenbild eine mehr oder weniger starke Atrophie der Knochenenden erkennen, die in situ weich und porös sind, und zwar manchmal in einem solchen Grade, daß sie von pergamentartiger

Konsistenz sein können. Während die sklerotischen Verdichtungen des Knochengewebes bei Fällen mit langdauernder Eiterung zu finden sind, zeigen sich die porösen und atrophischen Knochen mehr bei Fällen, bei denen nach Ausräumung der Knochensplitter die Wunde sich bald geschlossen hat, so daß der chronische Reiz der Entzündung wegfiel. Besonders atrophisch zeigt sich der Humeruskopf oder das untere Gelenkende des Humerus. Eine Dislocatio ad longitudinem sah ich nur einmal an einer schräg frakturierten Tibia, wobei die Fibula weiter oben frakturiert war.

Die Knochenenden bei der Pseudarthrose mit Defekt sind meist spitz zulaufend, mehrfach gezackt, spießartig, manchmal „besenförmig aufgesplittert" oder auch, besonders nach reichlicher Frühentsplitterung, quer oder schräg, gleichsam wie abgeschlagen. Ein Narbenstrang zieht von Bruchende zu Bruchende. An der Basis der oft 3—5 cm langen Zacken verschließt meist noch eine etwa 1 cm dicke Kompakta den Markraum.

Dieser bei den meisten Pseudarthrosen zu findende deckelartige Verschluß der Markhöhle ist im Querschnitt weiß glänzend, homogen, wenig blutend, reine Kompakta ohne die Andeutung von spongiöser Substanz, dabei von außerordentlicher Härte, ganz das Bild wie bei der Osteosklerose. Der Prozeß, der zu dieser Umbildung geführt hat, dürfte ein Entzündungsprozeß gewesen sein, der ja bei den infizierten Schußfrakturen von vornherein gegeben ist und nach dem Abklingen der akuten Erscheinungen in einen chronischen Zustand übergeht. Bestehen doch bei den meisten dieser Fälle monate-, ja jahrelang dauernde Fisteln, die auf einen kleinen Sequester oder sonstige zurückgebliebene Fremdkörper zurückzuführen sind und einen chronischen Entzündungszustand unterhalten. Dieser Entzündungsprozeß macht sich wie am Knochen, so auch am Periost geltend und treibt als Blüten die an den Pseudarthrosenenden, namentlich bei Defektbildung fast stets zu sehenden Osteophyten, ebenso wie er das Bruchende selbst im ganzen durch schichtweise periostale Knochenverdickung kolbig auftreibt. Demgegenüber sah ich die erheblichen Atrophien der Knochenenden mit pergamentartiger Konsistenz mehr bei Fällen, deren Eiterung nicht sehr lange gedauert, wo also der geringere Reiz der Entzündung nicht zu der Sklerose geführt hat. Uebrigens haben Jüngling und Woiske auch bei den kongenitalen Pseudarthrosen eine solche Eburnisation der Fragmentenden auf eine Strecke von 1—1½ cm weit gefunden. Jüngling erklärt bei diesen prognostisch ungünstigen Fällen, die zum Teil mehrfache Operationen durchmachen mußten, die Entstehung der Eburnisation als Folge eines Reizzustandes des knochenbildenden Markes, der durch die Operationen hervorgerufen worden sei.

Die Pseudarthrose mit Knochendefekt an der zweiknochigen Extremität führt meist zu einer Deformität des betreffenden Gliedabschnittes, die besonders hochgradig werden kann, wenn die Pseudarthrose in der Nähe der Gelenke sitzt. Das abgebrochene Radiusende stützt sich unter der Wirkung des Zuges des Pronator quadratus an der Ulna ab, und wenn diese mitgebrochen ist, entsteht hier ein Pronation und Supination aufhebender Brückenkallus. Es bildet sich bei der Radiuspseudarthrose im unteren Drittel fast immer eine erhebliche Adduktionsstellung der Hand mit folgender oft hochgradiger Sub-

luxationsstellung des Ulnaendes am Handgelenk aus (Fig. 1), die die Gebrauchsfähigkeit der Hand außerordentlich behindern kann. Während beim Ulnadefekt im peripheren Abschnitt des Knochens keine



Fig. 1. Subluxation des peripheren Ulnaendes bei Radiusdefekt infolge Adduktionsstellung des Handgelenks.

wesentliche Deformität, sondern nur eine gewisse Schwäche mit Verminderung der Gebrauchsfähigkeit entsteht, kommt es bei Pseudarthrosen der Ulna im oberen Drittel, wie mir mehrere Beobachtungen



Fig. 2. Luxation des Radiusköpfchens infolge Ulnadefekt.

zeigten, und wie sie auch Geiges erwähnt, zu außerordentlich schweren Veränderungen. Die Bruchstücke der Ulna stehen in stumpfem, nach hinten gerichtetem Winkel zueinander, und durch diese Verkürzung des Knochens tritt eine mit der Zeit immer stärker werdende Verschiebung des Radiusköpfchens ein, das seine ohnehin nicht sehr wider-

standsfähigen Bandverbindungen lockert und vollständig lateral- und zentralwärts luxiert. Dabei ist die Beweglichkeit des Ellenbogens mehr oder weniger gestört, es besteht ein Cubitus varus und Schlottergelenk (Fig. 2). Bei der Pseudarthrose der Tibia kommt es zu ausgesprochener Varusstellung des Unterschenkels mit einem deutlichen Vortreten und Höherrücken des Fibulaköpfchens.

An der doppelknochigen Extremität sieht man nicht selten bei längerem Bestehen der Pseudarthrose den unversehrten Knochen von auffallender Dicke, offenbar infolge der funktionellen Beanspruchung, so bei Radiuspseudarthrose die Ulna und umgekehrt und bei Tibiapseudarthrose die Fibula.

Zur Aetiologie der Pseudarthrosen.

Was die hauptsächlichsten Ursachen der Pseudarthrosen betrifft, so müssen wir meines Erachtens die Fälle mit größerem Knochendefekt von den eigentlichen Pseudarthrosen unterscheiden. Für die Fälle mit größerem Knochendefekt kommt, darüber dürfte wohl kaum ein Zweifel mehr bestehen, als häufigstes und bedeutsamstes ätiologisches Moment die frühzeitige Entsplitterung der Schußbrüche in Betracht, bei der wichtige als Brücke dienende Knochenteile, die mit dem Periost noch zusammenhängen, rücksichtslos entfernt wurden. Eine der am häufigsten vorkommenden Pseudarthrosen ist die des Humerus. Ich habe in $1\frac{1}{2}$jähriger Tätigkeit in einem Reservelazarett mit frischen Verletzungen, darunter schwersten Knochenzertrümmerungen in großer Zahl, nur ein einziges Mal eine Pseudarthrose am Oberarm entstehen sehen. Alle anderen Humerusschußfrakturen wurden fest. Ich habe nie primär entsplittert, nur die Spätsequestrotomie ausgeführt. Dieselbe Erfahrung machte Böhler in seinem Sonderlazarett für Schußbrüche in Bozen, das ständig mit etwa 270 Schußbrüchen belegt war. Von den Oberarmpseudarthrosen, die ich beobachtet habe, ist nach der Krankengeschichte bei über der Hälfte die frühe Entsplitterung ausgeführt worden, ebenso bei einer Schußfraktur des Radius und einer des Oberschenkels, die auch zur Pseudarthrose führten. Bei den anderen Fällen war es nicht mehr mit Sicherheit festzustellen. Sehr bemerkenswert ist die Mitteilung Gulekes, der bei einer seiner Besichtigungsreisen in einem Lazarett eine Reihe von 20 Oberschenkelschußbrüchen sah, die alle primär operativ behandelt, d. h. entsplittert worden waren und bei denen in allen Fällen Pseudarthrosen mit einem Defekt bis zu 20 cm die Folge waren.

Immerhin gehören die Oberschenkelpseudarthrosen auch nach meiner Erfahrung zu den selteneren Vorkommnissen, obwohl der Oberschenkel nach dem eben Mitgeteilten in bezug auf Entsplitterung nicht besser gestellt gewesen sein dürfte, wie die anderen Gliedmaßen. Aber die erheblichen retrahierenden und dislozierenden Kräfte der mächtigen Oberschenkelmuskulatur mögen die schädigenden Wirkungen vielleicht etwas aufheben, gegen die an den anderen Gliedmaßen nicht ähnlich starke Kräfte zu wirken vermögen.

Auch Geiges hat ähnliche Beobachtungen wie Guleke gemacht und sagt, „alle unsere Pseudarthrosen mit großem Defekt waren primär entsplittert worden". König spricht in einem Münchner Fortbildungsvortrag über die „verheerenden" Wirkungen der frühzeitigen Ausräumung. Aus seinem Material stellt Brun fest, daß von 128 Fällen 75 infolge von Nahschüssen mit grober Zersplitterung, großen Knochendefekten und Weichteilverletzungen entstanden waren.

Neben der Entsplitterung dürfte namentlich bei den Fällen ohne größeren Knochendefekt die mangelhafte Fixierung im Frühstadium der Verletzung die wesentlichste Ursache der Pseudarthrose bilden. Diese Anschauung, die uns durch unsere klinischen Beobachtungen immer wieder von neuem nahegelegt wird, ist seit langem Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen.

Versuche von Ollier, Rigal und Vignal an Tieren ergaben übereinstimmend, daß tägliche, wenn auch in engen Grenzen wiederholte Bewegungen der Bruchenden das knorpelige Stadium des Kallus verlängern, eine überaus starke Knorpelbildung erzeugen, die Verknöcherung verhindern und Pseudarthrose erzielen können. Dasselbe ergab sich aus Versuchen Stubenrauchs in Rindfleischs Institut in Würzburg bei Verletzungen platter Knochen. Auch Kapsammer stellte fest, daß je größer die Dislokation, je ungenügender der Verband, desto größer die Knorpelentwicklung war. Wohingegen Bardenheuer, der die Methoden der exaktesten Aneinanderfügung der Bruchenden mit seinem Verfahren beherrschte, bei seinem großen Material nie eine Pseudarthrose entstehen sah.

In der jüngsten Zeit sind diese Anschauungen von Pommer nachdrücklichst erhärtet worden durch seine histologischen Untersuchungen der Befunde bei Pseudarthrosen. Er untersuchte zwei Kallustumoren aus Haberers Klinik, und zwar von einer Tibiafraktur, die in einem durch die Abschwellung zu locker gewordenen Gipsverband ungenügend fixiert war und in Pseudarthrose überging, und von einer Ulnafraktur, bei der überhaupt kein Verband angelegt worden war. Bei beiden Fällen mußte man als Entstehungsumstände die andauernde Verschiebung und Reibung ansehen, so daß es im luxurierenden Kallusgewebe zu keiner Konsolidierung kam.

Die mikroskopische Untersuchung der „Kallustumoren" brachte Klarheit in die histologischen Vorgänge der gestörten Regeneration. In den Winkelbuchten der verschobenen Knochenenden und in den Markhöhlen befand sich reichlicher Kallus von überwiegend kompakter Substanz, von engen Gefäßkanälen und schmächtigen Markräumen durchzogen. Der Kallus, und zwar der äußere wie innere und intermediäre, zeigte wenig lamellösen, sondern mehr geflechtartigen Bau. Zwischen den Kallusbälkchen der beiden Enden bestand kein Zusammenhang. Das Knochengebälke lief in das verbindende fibröse und faserknorpelige Gewebe der Pseudarthrosenschicht aus. Dieser Weichteilstreifen, in den nur vom intermediären Kallus aus strotzend mit Blut gefüllte Gefäße zumeist jedoch nur auf eine geringe Strecke hin vorgingen, zeigte in seinem hinteren Abschnitt einen außerordentlich straff-faserigen Bau und ging hier zwischen höckerigen Knochenvorsprüngen unmittelbar in das Fasergewebe des Periostes über. Auseinanderweichen der straffen Faserzüge, Zerknitterungen, welliges Aufgerolltsein derselben, hyalinisierte zellenlose Faserzüge und Bröckel usw. sind der Ausdruck der ungünstigen und unzweckmäßigen Druck- und Zugeinflüsse, die durch die mangelhafte Fixierung möglich waren, und die Reibungen, Zerrungen, Verschiebungen und Zusammenhangstörungen verursachten. Pommer kommt auf Grund dieser Befunde zu dem Schluß, daß die mangelhafte oder ganz fehlende Ruhigstellung der Fragmente einen störenden Einfluß auf die Konsolidierung ausübte. „Denn in dem Maße und insoweit als zwischen den Bruchstücken Verschiebungen möglich blieben und beim Wechsel der Belastungen und Bewegungen zerrende und reibende, scherende Wirkungen sich geltend machten, war hier nur die Entstehung faserigen Bindegewebes und hyalinen Knorpels und ihrer Mischformen möglich, keineswegs aber die Ausbildung von Knochengewebe begünstigt." Während als funktionelle trophische Reize des Knochens reiner Druck oder Zug, und zwar ein intermittierender

Druck in Form von Erschütterungen anzusprechen sind, sind als Entstehungsbedingungen des Knorpelgewebes Verschiebung und Reibung anzusehen, wie von Kassowitz beim Studium des Kallus namentlich an den hereditär syphilitischen Epiphysenablösungen und an rhachitischen Rippenknickungen nachgewiesen wurde.

Ueber die Frage, welches die beste Fixierung für die einzelnen Schußbrüche ist, will ich mich hier nicht ausführlich verbreiten. Ich beobachte nur, daß die Forderungen Zuppingers zwar sehr viel im Munde geführt, aber zu wenig, und wenn, dann oft in technisch ungenügender Weise erfüllt, oder wie mehrfach gesehen, direkt mißverstanden werden.

So ist es falsch, wenn, wie ich häufig beobachtet und auch aus Krankengeschichten entnommen habe, der Extensionsverband z. B. bei Oberarmfraktur in der Längsrichtung des im Ellenbogen gestreckten Armes angelegt wird und wochenlang liegen bleibt, namentlich nach einer frühzeitig ausgeführten Entsplitterung. Bei einer Fraktur ohne Entsplitterung nützt ein solcher Verband nichts oder nicht viel, da er von unphysiologischen Voraussetzungen ausgeht. Denn die Dislocatio ad longitudinem wird auch durch Vermehrung des Zuggewichts nicht wesentlich ausgeglichen, da die steigende Belastung für den Muskel eine Steigerung seiner Aktivierung auf reflektorischem Wege bedeutet und damit keine Wiederherstellung des durch die Fraktur gestörten physiologischen Gleichgewichts der Muskulatur erfolgen kann. Anders liegen die Verhältnisse bei einer Fraktur, bei der aus der Kontinuität des Knochens Teile entfernt wurden und bei der meist auch schwere Muskelzerstörungen vorliegen. Hier ist in der Regel der bei Frakturen beobachtete gesteigerte Muskeltonus nicht zu finden und eine Dislocatio ad longitudinem besteht demgemäß nicht. Darum muß ein in Streckstellung angelegter Extensionsverband durch den ständigen Zug den schon durch den Knochendefekt und die Muskelverletzung zu lang gewordenen, teilweise narbig entarteten Muskelschlauch noch mehr ausziehen und überdehnen. Zudem geht die die Bruchenden fixierende und zusammenhaltende Muskelspannung verloren. Durch die Ueberdehnung entsteht das bekannte Bild der Degeneration der Muskelsubstanz. Das Endresultat davon sieht man außerordentlich häufig bei den Oberarmpseudarthrosen, bei denen der Oberarm am Thorax baumelt und die Bruchstücke in einem schlaffen, zu langen, kaum mehr zu aktivierenden Muskelschlauch liegen. So zweckmäßig die Extension bei den Frakturen im allgemeinen ist, so wenig ist sie, besonders falsch angewendet, nach Entsplitterung am Platze. Das sorgfältigste Aneinanderlegen der Bruchenden nach einer Entsplitterung, und zwar in einer Ruhestellung der Gelenke, der bewährten physiologischen Semiflexion, ist vielmehr notwendig.

Sehr ungenügend ist ferner der vielfach übliche gewöhnliche Schienenverband, aus dem die Extremität zum Verbandwechsel täglich herausgenommen werden muß. Dadurch kommt es zu der oben von Pommer beschriebenen Knorpelbildung an den Bruchenden, und es wird die in Entwicklung begriffene Kallusbildung immer von neuem wieder gestört. Was das bei vielen Schußverletzungen mit den außerordentlich erheblichen Zerstörungen der Gewebe, des Knochens und des Periostes, noch dazu im Stadium der Eiterung bedeutet, ist ohne

weiteres zu verstehen. Eine Summierung der Schädigungen tritt ein. Auch wird durch die mangelhafte Fixierung die Eiterung unnötig lange unterhalten. Durch die beim Verbandwechsel eintretende Verschiebung der Fragmente werden neue Buchten und Taschen der Weichteile immer wieder eröffnet, die bereits verschwunden waren und aus denen die Sekretion weitergeht. Diese langdauernde Eiterung dürfen wir wohl nach unseren Erfahrungen ebenfalls als eine der Ursachen der Pseudarthrose ansehen, da sie die kallusbildenden Teile des Knochens schädigt und an ihrer Stelle die Entstehung narbigen und sklerotischen Gewebes fördert. Von Bruns 128 Fällen hatten 114 schwere und langdauernde Eiterungen mit Sequesterbildung durchgemacht.

Die Verhütung der Pseudarthrosen ergibt sich aus dem eben Gesagten. Dabei ist ohne weiteres zuzugeben, daß es gewiß eine Anzahl von Schußbrüchen gibt, bei denen trotz aller Bemühungen der Knochen nicht fest wird, bei denen die Art der Eiterung die kallusbildenden Teile so schwer geschädigt haben mag, daß die Konsolidierung ausbleibt. Auch scheint es nach unseren Beobachtungen, als ob gewisse Arten von Verletzungen, die durch Minen oder andere Explosivgeschosse, die Gewebe in besonders schwerem Maße geschädigt haben. Man sieht hierbei oft die ganze Umgebung der Pseudarthrose von einer Unmenge kleinster Geschoßteile durchsetzt und durchspritzt, die ihrerseits durch Fremdkörperreiz außerordentlich starke und derbe Narbenbildung erzeugen, die sich zwischen den Bruchenden und um sie herum entwickelt. Eine ganze Anzahl von Fällen meiner Beobachtung zeigen dieses Bild.

Sehr beachtenswert sind ferner die Experimente von Dax, der nach Unterbindung der Art. nutritia ausgedehntere Nekrose des Markes, ein Ausbleiben bzw. geringe Entwicklung des endostalen Kallus und langsame Konsolidierung feststellen konnte. Auf Grund dieser Experimente und seiner klinischen Beobachtungen schreibt er nach der Lokalisation der Fraktur an der Eintrittsstelle der Art. nutritia wohl mit Recht dieser einen mitbestimmenden Einfluß auf die Intensität der Knochenbildung zu.

Aus der Häufigkeit des Vorkommens der Pseudarthrosen an den einzelnen Gliedern lassen sich in bezug auf die Aetiologie nur Vermutungen äußern. In bezug auf die Häufigkeit verhalten sich ja die einzelnen Gliedmaßen verschieden. Am häufigsten ist bei den Kriegsverletzten, was aber mit der Ungeschütztheit des Oberkörpers im Stellungskrieg zusammenhängen mag, die Pseudarthrose des Oberarms. Am seltensten die der Fibula. Da sie größtenteils gut geschützt in Muskeln liegt, sind ihre Ernährungsverhältnisse bei Frakturen sicherlich günstiger als z. B. die der Tibia. Diese liegt mit breiter Fläche ungeschützt direkt unter der Haut, und in der Tat sehen wir sie auch im Frieden ziemlich häufig von Frakturen mit verzögerter Kallusbildung und von Pseudarthrosen heimgesucht, auch wenn es sich um nicht komplizierte und um ganz aseptisch verlaufende Frakturen handelt.

Eine für alle Arten ausreichende Erklärung der Pseudarthrose kann noch nicht gegeben werden. Insbesondere trifft dies auf die sogenannten kongenitalen Pseudarthrosen zu, die mit Vorliebe

im unteren Drittel des Unterschenkels sitzen, und die immer wieder rezidivieren. Ja auch wenn man sie mit einem Knochen bolzt, kann man nach einiger Zeit im Bolzen selbst das Auftreten einer neuen Pseudarthrose durch Resorption des Knochens entstehen sehen und zwar zu immer wiederholten Malen. Bier erklärt diese seltsame Erscheinung als „krankhafte Wiederholung der normalen embryologischen Gelenkbildung", bei welcher ebenfalls die volle Entstehung des Gelenkspaltes der Funktion vorausgeht. Infolge des aktiveren Wachstums der proximalen Epiphyse der Tibia reicht bei diesen Fällen die Pseudarthrose allmählich immer weiter nach unten, sie „wandert scheinbar", wie Jüngling sagt.

Bier, der die Pseudarthrose sehr genau beobachtet hat, gesteht, daß die rein mechanischen Erklärungsversuche bei diesen Lebensvorgängen nicht befriedigen, und glaubt, daß komplizierte biologisch-chemische Prozesse mit eine Rolle spielen.

Die Behandlung der Pseudarthrosen.

Bier glaubte aus seinen Beobachtungen dem beim Knochenbruch entstehenden Bluterguß einen wichtigen Reiz für die Knochenneubildung zusprechen zu müssen, indem er außerdem in dem Bluterguß ein vortreffliches Ernährungsmaterial für den jugendlichen Kallus sah. Er spritzte deshalb unter das Periost und in den Bruchspalt schlecht heilender Frakturen und Pseudarthrosen Blut ein und berichtete über günstige Ergebnisse. Im Laufe der Jahre wurde diese Methode, an die sich viele Hoffnungen knüpften, mehr und mehr auf die Fälle verzögerter Kallusbildung beschränkt, bis man in den letzten Jahren experimentell das Fibrin als den Bestandteil des eingespritzten Blutes erkannte, der diese Knochenbildung anzuregen vermöge. Und bis Bergel neuerdings reines Fibrin zur Einspritzung empfahl. Er hat damit Knochenlücken von 1—2 cm sich überbrücken sehen. Ich habe auch diese Methode nachgeprüft, habe aber bis jetzt noch keinen deutlichen Einfluß von dieser Behandlung gesehen und glaube auch, daß sie im allgemeinen nur bei verzögerter Konsolidierung und mangelhafter Kallusbildung in Betracht kommt, wo eine chemotaktische Wirkung auf das Periost noch möglich ist, während sie bei der ausgebildeten Pseudarthrose mit ihren abgeschlossenen Markhöhlen versagen dürfte. Die übrigen früher und teilweise auch neuerdings empfohlenen Injektionsmethoden (Jod, Milchsäure usw.) übergehe ich aus dem gleichen Grunde, ebenso wie das Verfahren des Aneinanderreibens der Bruchstücke oder die kürzlich in Lexers Klinik von Kohler versuchte Bestrahlung mit harten Röntgenstrahlen, alles Verfahren, die nur bei verzögerter Kallusbildung wirksam sein können. Da diese Versuche also meist erfolglos sind, kommt nur die operative Vereinigung der Bruchenden in Frage. Man halte sich aber nicht mit kleinen Eingriffen, wie oberflächlicher Anfrischung der Bruchenden mit Löffel oder Knochenschere und Entfernung des Narbengewebes auf oder glaube, daß mit irgend einer Drahtnaht allein ohne

sorgfältigste methodische Gestaltung der Bruchenden der Knochen fest werde. Das kann nur in frischen Fällen, und auch da nur vereinzelt, zu einem Erfolg führen. Meist ist es von absolutem Mißlingen begleitet. Man verliert damit viel kostbare Zeit und setzt die Gelenke durch die wiederholte lange Fixierung einer unnötigen Schädigung aus. Außerdem führen natürlich wiederholte Operationen zu stärkerer Verkürzung des Knochens. Auf Grund meiner Erfahrung bin ich darum von diesen Versuchen, die ich anfangs auch unternahm, vollständig abgekommen. Das vielfach verbreitete ungünstige Urteil über die Methode der Resektion mit folgender Knochennaht beruht lediglich, das sei mit allem Nachdruck auf Grund reichlicher Erfahrung gesagt, auf solchen unzulänglichen Versuchen.

Bei der Wahl der Methode kommt es zuerst darauf an, ob wir eine Pseudarthrose an einem einknochigen oder an einem doppelknochigen Gliedabschnitt vor uns haben.

a) An der einknochigen Extremität.

An ihr ist meist die direkte Vereinigung der Knochenenden möglich. Von den Ausnahmen werden wir später sprechen. Die Methode, welche zum Ziele führt, beruht auf der Erkenntnis der Heilungsbedingungen bei pseudarthrotisch veränderten Knochen. Das Entscheidende ist die Herstellung von Bruchenden, welche osteoplastische Fähigkeit besitzen.

Reichliche Anfrischung der Knochenenden bis ins Gesunde ist das Wesentlichste zur Heilung der Pseudarthrosen. Ich säge die Knochenenden quer, bisweilen auch treppenförmig ab, und zwar so weit, bis eine blutende, gesund aussehende, feste Knochenschnittfläche erscheint, bei der der Anfang einer Markhöhle sichtbar wird. Man muß eine Verkürzung von $1\frac{1}{2}$—2 und oft noch mehr Zentimeter an jedem Bruchende in Kauf nehmen, bis diese Forderung erfüllt ist. Denn es hat keinen Zweck, die Vereinigung von Bruchstücken zu unternehmen, deren Schnittflächen eine weiße Kompaktasubstanz ohne Blutung aufweisen, wie wir dies bei fast allen länger bestehenden Pseudarthrosen wahrnehmen können. Diese weiße Kompakta verschließt, wie oben bereits bemerkt, deckelförmig die Markhöhle des Knochenendes und zeigt keinerlei knochenbildende Kraft, ebensowenig wie eine gesunde Kompakta an sich knochenbildende Fähigkeit besitzt. Der Knochendeckelverschluß der Markhöhle ist meist, wie die Beobachtungen in situ zeigen, am zentralen Knochenende stärker entwickelt, als am peripheren. Er bildet sich immer erst bei längerem Bestehen der Pseudarthrose, während anfangs eine mehr oder weniger starke Atrophie der Knochenenden mit Porosität und Weichheit vorherrscht. Dieser Verschluß der Markhöhle ist als eine Art natürlichen Heilungsvorgangs anzusehen, gleich dem Verschluß der Markhöhle nach einer Amputation. Es ist der Abschluß der Regenerationstätigkeit des Knochens, welche erschöpft ist und die zu schwierigen Bedingungen für eine Ueberbrückung des Defekts infolge der Entsplitterung usw. nicht erfüllen konnte und nun unter dem Einfluß der chronischen Entzündung sich abschließt. Es ist also von größter Bedeutung für das Gelingen einer Operation, daß dieser Verschluß

beseitigt und die knochenbildenden Kräfte des Endosts frei werden. Die Mißerfolge, die manche mit der Resektionsmethode hatten, mögen vielleicht auf eine nicht genügende Beachtung dieses direkt entscheidenden Gesichtspunkts zurückzuführen sein.

Man ist schon durch das genaue Studium der Röntgenbilder in der Lage, vorher ungefähr zu beurteilen, wo gesunde regenerationsfähige Knochensubstanz, d. h. wo eine Bälkchenstruktur des Knochens beginnt. Das Röntgenbild zeigt die dichte, homogene Kompaktamasse, die die Markhöhle verschließt, und oft 2—3 cm dick ist. Die Zacken, in die manche Bruchenden auslaufen, bestehen ebenfalls aus einheitlicher dichter, weißer, nicht blutender Kompakta, spongiöses Gewebe ist in ihnen nicht zu treffen, was ebenfalls das Röntgenbild erkennen läßt (schematische Fig. 3).

Deshalb hat es auch keinen Zweck, die vorhandenen Knochenzacken zu etwaiger Bolzung mit dem anderen Fragment zu benutzen, was ihre Form nahelegen könnte, da sie eben keinerlei osteoplastische Fähigkeit besitzen und erst nach ihrer Entfernung die Markhöhle frei wird.

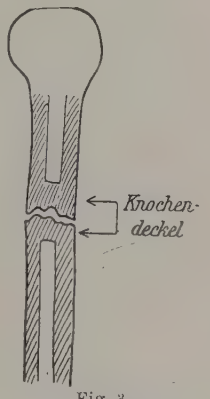


Fig. 3. Schematische Zeichnung des Verschlusses der Markhöhlen durch Kallusdeckel.

Die Frage, ob genügend Periost an den Bruchenden vorhanden ist, ist schwieriger zu beurteilen, da viele Pseudarthrosenknochenenden makroskopisch periostentblößt aussehen. Und da bei der operativen Freilegung der Pseudarthrose zweckmäßigerweise der Periostmantel im Zusammenhang mit den die Knochen umgebenden Muskeln nach einem Schnitt durch Haut, Muskeln und Periost hindurch abgelöst wird, um die von außen an das Periost herantretenden ernährenden Gefäße nicht zu zerstören, ist es mitunter schwer zu entscheiden, ob im Bereiche der Knochenanfrischung genügend lebensfähiges Periost vorhanden ist. Deshalb ist es nicht unwichtig, nach der Knochennaht eine sorgfältige Zusammennähung der umgebenden Muskeln rings um die Knochennahtstelle vorzunehmen, um den Periostmantel, soweit er vorhanden ist, wieder fest an den Knochen anzulegen. Ich übe dies bei jeder Operation.

Im übrigen wissen wir ja aber auch aus den experimentellen Untersuchungen der letzten Jahre über die Bedeutung des Periostes für die Knochenneubildung, daß ein makroskopisch periostlos scheinender Knochen mikroskopisch noch eine Menge adhärenter Zellen der Kambiumschicht des Periosts erkennen läßt. Besonders wird dies in der Arbeit von Leo Mayer und Ernst Wehner aus dem Münchener Pathologischen Institut (Professor Borst) nachgewiesen.

Auf zwei Momente ist also bei dieser Operationsmethode das Hauptgewicht gelegt, einmal auf die Schonung des Periosts mit dem gemeinsamen Schnitt durch die Weichteile hindurch und die spätere Zusammennähung des Periostmuskelschlauchs und zweitens die Eröffnung der Markhöhle zur Wirksammachung der endostalen Ossifikation. Ein weiterer Gesichtspunkt für unser chirurgisches Handeln ist die experimentell sichergestellte Fähigkeit des parostalen Gewebes, Knochen zu produ-

zieren wie des interstitiellen Bindegewebes der Muskeln usw. Inwieweit dies praktisch bei der Knochenheilung zu bewerten ist, ist noch nicht festgestellt. Immerhin dürfte es für den Operateur nahe liegen, auch diese Hilfsquelle mit heranzuziehen. Ringsum und zwischen den Knochenenden befinden sich meist derbe schwielige Narbenmassen, die zum Teil entartetes Muskelgewebe sind. Da nun Narben regenerative Prozesse erschweren, wenn nicht verhindern, so müssen wir diese Narbenmassen in der Nähe der Bruchenden nach Möglichkeit entfernen und dadurch die lebende Muskelsubstanz an den Knochen heranbringen, was zum mindesten für die Ernährung des Periosts und damit des Knochens von Wert sein dürfte. Ich exzidiere demgemäß stets die Narbenschwielen soweit es irgend möglich ist.

Ueber die Art der Gestaltung der Bruchenden zur Vernähung ist folgendes zu sagen. Ich habe sie meist quer durchgesägt, habe sie bisweilen schräg gestaltet, vereinzelt treppen- oder gabelförmig ineinandergepaßt, habe auch Falz und Nut nach Tischlerart gebildet und kann nach meinen Erfahrungen sagen, daß die Form je nach dem Sitz der Pseudarthrose und je nach dem Zustand des Knochens zu wählen ist. Im übrigen bleibt die Hauptsache die, daß nach Anfrischung in wirklich Gesundem möglichst breite Berührungsflächen entstehen (schematische Zeichnung der Knochenverbindung Fig. 4).

Bei der queren Absägung stehen gleich dicke Querschnitte aufeinander und lassen sich auch ausreichend solid miteinander verbinden. Bei der schrägen Gestaltung der Bruchenden kann man vielleicht an der Länge etwas mehr sparen, aber die Vereinigung mit der Drahtnaht ist hierbei nicht ganz so solid und fest, wie bei dem queren Bruchspalt. Die an sich sicherere Vereinigung mit Falz und Nute hat sich mir in der Mitte des Knochens nicht immer notwendig erwiesen, dagegen ist sie in der Nähe der Gelenke eher angezeigt. Namentlich am Oberarm sind die kurzen Bruchstücke oberhalb des Ellenbogengelenks schwer zu fixieren, weil sie vom Brachialis internus immer wieder nach vorn gezogen werden. Deshalb habe ich hier die Vereinigung mit Falz uud Nute der queren Bruchflächengestaltung vorgezogen. Und zwar bilde ich hier frontal gestellten Falz und Nute, weil bei sagittaler Stellung des Falzes die Abweichung des unteren Bruchstücks nach vorn durch Muskelzug leichter möglich ist. Auch atrophische poröse Knochenenden erfordern von vornherein eine sicherere und festere Fixierung, als sie mit der queren Bruchendengestaltung möglich ist.

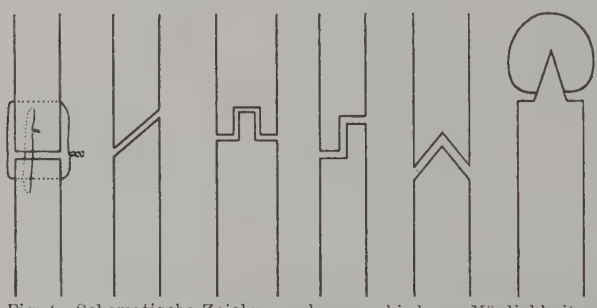


Fig. 4. Schematische Zeichnung der verschiedenen Möglichkeiten der Knochenverbindung.

Ich verbinde beide Knochenenden in der Regel mit Drahtnähten, die durch Bohrlöcher des Knochens geführt werden, miteinander und

habe nur bei sehr porösen Knochen wegen der Gefahr des Durchschneidens der Nähte darauf verzichtet.

Was das Nahtmaterial betrifft, mit dem die Bruchenden miteinander vereinigt werden, so ist die Frage aufgeworfen worden, ob man überhaupt fremdes Material einführen soll. Dem zur Fixierung der Bruchstücke eingeführten Draht wird von einzelnen der Vorwurf gemacht, daß er die Bruchenden schädige und die Konsolidierung verzögere, daß er im übrigen nur selten einheile und sogar Fisteln unterhalte. Darüber, daß ein Fremdkörper einheilt, dürften die Akten geschlossen sein. Es kann nur die Frage sein, welchen Fremdkörper man wählt, d. h. welcher am wenigsten die Gewebe reizt. Darüber sind viele Versuche angestellt worden. Ich erinnere an die Arbeiten von Lange und v. Baeyer aus der neueren Zeit. Aus diesen geht hervor, daß von den Metallen das Zinn sich am leichtesten zur reizlosen Einheilung bringen läßt, so daß neben dem von mir meist angewendeten Aluminiumbronzedraht verzinnte Drähte sich besonders eignen dürften, wie sie Lange in der Regel benutzt. Eine andere Frage ist, ob die nach Drahtnaht des Knochens bisweilen längere Zeit bestehenden Fisteln wirklich immer auf diesen Fremdkörper zurückzuführen sind. Die Pseudarthrosen der Kriegsbeschädigten, die wir hauptsächlich zu behandeln hatten, waren fast alle nach infizierten Schußbrüchen entstanden. Teils erwacht durch die Operation die schlummernde Infektion, teils sind gleichzeitig mit der Knochennaht Sequester zu entfernen, so daß eine eitrige Sekretion für einige Zeit eintritt und eine Fistel bestehen bleibt. Die Fistel kann sehr wohl von dem Fremdkörper, dem Draht, unterhalten werden, mehrfach habe ich aber feststellen können, daß sich in solchen Fällen kleine Sequester abgeschieden hatten, die die eigentliche Ursache der Fistelsekretion waren. Denn nach deren Abstoßung oder Entfernung heilte die Fistel aus, die Wunde schloß sich, der Draht konnte liegen bleiben und machte keine Erscheinungen mehr. Auch die in den Bohrlöchern liegen gebliebenen, beim Bohren entstandenen Knochenspänchen können bei Infektion natürlich die Sekretion unterhalten, bis sie resorbiert sind. Spitzy und Franke haben seinerzeit empfohlen, bei Operation der Pseudarthrose im eiternden Stadium auf die direkte Drahtnaht der Knochenenden lieber zu verzichten und mit weit von der Bruchstelle entfernt am Knochen angreifenden, aus dem Verband herausragenden und nachher zu entfernenden Klammern die Bruchenden aneinander zu halten. Ich habe dies bisher nicht nötig gehabt, obwohl ich oft zugleich mit der Sequesterentfernung die Knochennaht ausführte und fast immer den Draht trotz dieser ungünstigen Bedingungen einheilen sah.

Von den verschiedenen zur Vereinigung der Knochen empfohlenen Materialien sind meiner Erfahrung nach, im Gegensatz zu Frisch u. a., ganz schlecht die Laneschen Platten aus Aluminium. Sie sind zu weich, verbiegen sich durch Muskelzug und die Schrauben lockern sich leicht im Knochen. Außerdem dürfte die große Platte, die dem Knochen breit anliegt, durch Druck auf das Periost nur schädlich wirken. Dies bestätigt auch Lexer, der beobachtete, daß da wo die Platte lag, der Knochen nekrotisch geworden war. Ferner zersetzt sich das Aluminium im Körper, indem es sich in eine grau-

schwarze Schmiere auflöst, die sicherlich reizen dürfte. Fig. 5b zeigt die Lanesche Platte an einer hochsitzenden Oberschenkelpseudarthrose, bei der die Platte im Beckenbeingipsverband durch den auf das obere Fragment wirkenden Zug des Iliopsoas und Tensor fasciae sich verbog, die Schrauben im Knochen sich lockerten, die Knochenenden nicht genügend fixiert wurden und die Pseudarthrose bestehen blieb. Erst die Fixierung mit dicken, verzinnten Eisendrähten nach der Vereinigungsmethode, wie sie Lange anwendet, nach erneuter Anfrischung brachte die Pseudarthrose zur Heilung (Fig. 5c). Ich wende im allgemeinen eine Drahtnaht, und wenn besondere Sicherung der Stellung nötig erscheint, zwei Drahtnähte an, die rechtwinklig zueinander durch



Fig. 5a. Hochsitzende Oberschenkelpseudarthrose.

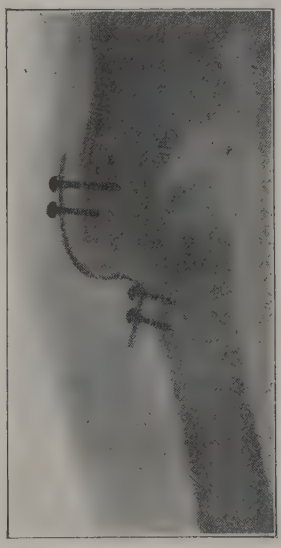


Fig. 5b. 4 Wochen nach Vereinigung mit Lanescher Platte; dieselbe hat sich verbogen; die Schrauben sind gelockert.

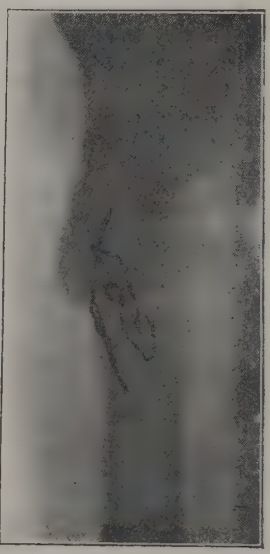


Fig. 5c. Heilung nach nochmaliger Anfrischung und Naht mit zwei starken verzinnten Eisendrähten.

die Knochenenden geführt und so fest wie möglich miteinander vereinigt werden.

Nach der Operation fixiere ich das betreffende Glied einschließlich der beiden Nachbargelenke in gut modelliertem gefensterten Gipsverband, den ich am Oberschenkel in Semiflexion des Hüft- und Kniegelenks mit Einschluß des Beckens, am Unterschenkel ebenfalls in leichter Beugestellung des Kniegelenks, am Oberarm in rechtwinkliger Abduktion des Schulter- und rechtwinkliger Beugung des Ellenbogengelenks mit Einschluß des Thorax anlege (Fig. 6). Die Stellung der Extremität im Verbande ist sicher sehr wichtig für den ganzen Heilverlauf. Durch die Entspannung der Muskeln bei Semiflexionsstellung werden Verschiebungen der Bruchstücke vermieden. Die rechtwinklige Abduktion des Oberarms im Gipsverbande hat vor dem Verbande in herabhängender Stellung außerdem noch den Vorzug, daß die beim Herabhängen des Armes stets eintretende Stauung vermieden wird, was für die Ernährung der Gewebe und damit die ganze Heilung von wesentlichem Einfluß ist.

Der Gang der Operation gestaltet sich an verschiedenen Gliedabschnitten folgendermaßen: Am Oberarm operiere ich immer in Plexusanästhesie nach Kulenkampff, auch bei den ganz hoch oben am Schultergelenk sitzenden Pseudarthrosen und Defektschlottergelenken. Dies hat den großen Vorzug, daß der der Operation folgende große Brustarmgipsverband bei dem aufrecht sitzenden Patienten ohne Schwierigkeit angelegt werden kann, während der Narkotisierte künstlich aufgerichtet und so mühsam gehalten werden muß, was die Lage der Bruchstücke unter Umständen gefährden und Verschiebungen durch Reißen der Naht hervorbringen kann. Nachteile von der Plexusanästhesie habe ich trotz sehr häufiger Anwendung so gut wie nicht gesehen. Ich operiere weiter stets ohne Blutleere. Den Hautschnitt lege ich bei den am häufigsten vorkommenden Pseudarthrosen im mittleren Drittel des Oberarms stets an der lateralen und vorderen Seite des Oberarms, entsprechend der lateralen Begrenzung des Bizeps an. Ich schneide nun die ganze narbig entartete Haut in der Umgebung des Hautschnittes aus und entferne vor allem eine etwa vorhandene Fistel. Nun achte man namentlich bei unverletztem Nervus radialis auf dessen Schonung, indem man sich durch Fühlen von seiner Lage überzeugt, und eventuell mit der sterilisierten Elektrode oder dem elektrischen Messer von Mietens während des Operierens seine Nähe feststellt. Der Schnitt geht durch die Muskulatur hindurch bis auf den Knochen. Mit einem Elevatorium oder einer gebogenen Kocherschen Kropfsonde wird das im Zusammenhang mit der Muskulatur bleibende Periost vom Knochen abgehebelt, was wegen der zackigen, unregelmäßig gestalteten und zerklüfteten Knochenenden, mit denen die Muskulatur verwachsen ist, nicht immer leicht ist. Bei diesem Ablösen ist wiederum dem Radialis besondere Aufmerksamkeit zu schenken, da er oft in die Kallusmassen einbezogen und mit Narben fixiert ist. Hierbei könnte er bei unvorsichtigem Vorgehen abreißen. Wenn die Pseudarthrosenstelle vollkommen frei liegt, sucht man erst das eine, dann das andere Knochenende zu lösen und aus der Wunde herauszuluxieren. Man schneidet die verbindenden Narbenmassen aus, schlägt auch wohl mit dem Meißel den Bruchspalt durch und kann bisweilen durch Abknicken des Armes die Lösung der Bruchenden beschleunigen. Sind sie auf eine Strecke von je 4 cm etwa frei, dann werden sie zur Vereinigung hergerichtet. Vorher entfernt man natürlich etwaige Sequester und eitrige Granulationen. Man faßt dann das Knochenende



Fig. 6. Brustarmgipsverband in doppelter Rechtwinkelstellung, angewendet bei Oberarmpseudarthrose und bei Arthrodese wegen Schulterschlottergelenk.

mit einer Faßzange und sägt mit der Bogensäge das zackige und zerklüftete Knochenende quer ab. Wieviel man entfernt, hängt, wie oben ausgeführt, von dem Zustand des zutage tretenden Knochenquerschnitts ab. Im Röntgenbild kann man ja schon vorher an der Ausdehnung des verdichteten Knochengewebes erkennen, wie stark der die Markhöhle abschließende Knochendeckel ist. Zweckmäßigerweise wird man zunächst nur 1—1½ cm entfernen, um nicht überflüssig Knochen zu opfern. Zeigt sich noch keine Markhöhle, sondern, wie öfters, weißes, nicht blutendes, sklerosiertes Knochengewebe, dann sägt man eine weitere Scheibe ab oder, wenn man eine falzförmige Gestaltung der Knochenenden herstellen will, bildet man alsbald diese Form, da man dabei wohl sicher in gesundes Knochengewebe kommen wird. Wenn man eine blutende Markhöhle vor sich hat, auch wenn dieselbe auf dem Querschnitt noch nicht in ganzer Ausdehnung frei liegt, sondern wenn sie noch von einem dickeren Kompaktaring als normalerweise umgeben ist, dann genügt die Anfrischung im allgemeinen für die Vereinigung, dann ist schon die Aussicht auf Regeneration vorhanden. Nach der sorgfältigen Gestaltung der Bruchenden, die gut aufeinander oder ineinander passen müssen, entfernt man, so gut es geht, das in der Umgebung meist reichlich vorhandene weißlich speckige, harte Narbengewebe, das weit in die Muskulatur hineinreichen kann. Hier muß man an der Stelle, die nach dem Nerven- und Gefäßbündel zu, also nach der medialen Seite hin liegt, vorsichtig arbeiten, um nicht unangenehme Ueberraschungen zu erleben. Nun bohrt man die Löcher für die fixierenden Drähte mit dem Handbohrer mindestens 1½—2 cm vom Ende des Knochens entfernt, führt den Draht durch und paßt die Knochen zusammen. Bei großem Knochendefekt ist das Aneinanderbringen der Knochenenden manchmal etwas erschwert durch die Weichteile, vor allem die Muskulatur, die nun zu lang geworden ist und sich wulstet. Bisweilen habe ich sie durch Raffnähte verkürzt. Man muß darauf achten, daß sich keine Weichteile in den Bruchspalt legen. Während der Arm gut gehalten wird, werden die Drahtenden angezogen und mit einer Flachzange zusammengedreht. Das zusammengedrehte Ende wird so kurz wie möglich belassen und seitlich umgebogen. Man führt den Draht immer so, daß das zusammengedrehte Ende nach der Seite der Operationswunde liegt, von wo es später, wenn nötig, leicht entfernt werden kann. Nun zieht man die Muskulatur über der Knochennaht zusammen und vernäht sie mit Katgut, so daß sie wie ein Mantel darüber liegt und auch das mit ihr zusammenhängende Periost eng an den Knochen wieder heranzieht. Den durch die Narbenentfernung entstandenen Hautdefekt überdeckt man durch Mobilisierung der Hauträndер oder durch einen seitlichen Einschnitt zur Bildung eines Hautlappens. War eine Fistel vorhanden oder die Wunde erst kurz verheilt, so legt man für einige Tage ein Glasdrain ein. Im übrigen schließt man die Wunde vollständig. Der Arm wird sodann mit einem Rumpfarmgipsverband in doppelter Rechtwinkelstellung fixiert. An der Stelle der Wunde wird ein Fenster im Gips angelegt. In den ersten Tagen gibt man bei Schmerzen, die aber meist nicht erheblich sind, etwas Morphium. Erfolgt keine wesentliche Temperatursteigerung, so lasse man die Wunde 8—10 Tage vollkommen in Ruhe, entferne

erst dann im Fenster die sie bedeckenden durchbluteten Verbandstoffe und die Nähte, eventuell das Drainrohr. Tritt Fieber ein, dann kann man die Wunde früher nachsehen und durch Ersetzung des durch Blut verstopften Drainrohres durch ein frisches oder durch Oeffnung einer Naht für den Abfluß von Sekret sorgen.

Sitzt die Pseudarthrose in der Nähe des Humeruskopfes, so legt man den Hautschnitt, um den Nervus axillaris zu schonen, an der vorderen Begrenzung des Deltoideus an. Die Freimachung der Bruchenden, besonders des kurzen oberen, und ihre Herrichtung kann technisch mitunter recht schwer sein. Zur Heraushebelung der Fragmente hat sich mir ein gebogenes, vorn zugespitztes Elevatorium bewährt, das ich für verschieden starke Knochen in verschiedenen Größen habe herstellen lassen (München: Katsch oder Frohnhäuser, Fig. 7). In den porösen Humeruskopf treibt man das spitz zugerichtete Bruchstück ein. Oft ist der Kopfrest nicht mehr oder nicht mehr viel in der Pfanne beweglich, infolge Schrumpfung der Kapsel usw. In diesem Falle wird man das periphere Bruchstück nicht in der Richtung der Achse des Oberarms, sondern unter einem Winkel von 70—90° an das zentrale anschließen, also von lateralwärts in die mediale Seite des Kopfrestes hineintreiben, um die Hebung des Armes infolge der Gelenkversteifung durch Drehung des Schulterblattes wie bei der Arthrodese besorgen zu lassen.



Fig. 7. Gebogenes Elevatorium zum Heraushebeln der Knochenenden.

Ist schließlich die Pseudarthrose im unteren Drittel des Humerus nahe dem Ellenbogengelenk gelegen, so wandert der Hautschnitt mehr nach hinten, er wird am zweckmäßigsten hinten lateral, neben der lateralen Trizepsbegrenzung gesetzt, von wo aus man unter Schonung der Muskulatur und des N. radialis am besten das meist stark nach vorn dislozierte untere Bruchstück freilegen kann. Auch dieses ist häufig stark porös und die fixierende Drahtnaht kann durchschneiden. Wegen der Neigung zur Dislokation habe ich hier stets Falz und Nute gebildet und dieselben frontal gestellt.

Ueber die Operation bei Pseudarthrose beider Vorderarmknochen ist nur zu sagen, daß die beiden Knochen von je einem Hautschnitt aus freigelegt und die Knochenenden stufenförmig gestaltet werden und zwar so, daß die Stufe an dem einen Knochen in der sagittalen, an dem andern in der frontalen Ebene liegt, um einer seitlichen Verschiebung vorzubeugen. Die Herstellung gleicher Länge der beiden Knochen ist nicht ganz einfach, man muß aber unter allen Umständen ein genaues Aufeinanderpassen der vier Knochenenden zu erreichen suchen und darf kein Klaffen des einen Bruchspalts infolge etwas größerer Länge des Parallelknochens zulassen, weil dies sonst möglicherweise zum Mißerfolg führen könnte. Erst nachdem die vier Knochen tadellos bei gerader Stellung des Vorderarmes aufeinander stehen, bohrt man die Löcher für die Drahtnähte durch, wobei man ebenfalls darauf achtet, daß die beiden Drahtschlingen in zwei zueinander senkrechten Ebenen liegen.

Ueber die Operation am Oberschenkel ist wenig zu bemerken.

Der Hautschnitt liegt immer an der lateralen Seite oder etwas mehr vorn. Am Unterschenkel gestaltet man die Bruchenden treppenförmig. Für die Herstellung gleicher Länge der beiden Knochen gilt im allgemeinen das gleiche wie beim Vorderarm, obwohl man sich natürlich um die Fibula nicht allzu viel zu bemühen braucht, sondern in erster Linie die gute Verbindung der Tibiabruchstücke im Auge hat.

Beim ersten Verbandwechsel nach 3—4 Wochen entscheidet vor allem das Röntgenbild über die weitere Behandlung. Ist deutlich Kallusbildung sichtbar, stehen die Bruchstücke gut und ist beginnendes Festwerden wahrzunehmen, so gebe ich nur noch eine abnehmbare Gipsschiene, die Bewegungen der benachbarten Gelenke erlaubt. Andernfalls folgt neuer zirkulärer Gipsverband, wobei allmählich die Nachbargelenke, besonders das Ellenbogengelenk zur öfteren Beugung und Streckung freigegeben werden, um Versteifungen hintanzuhalten. Ich lege großen Wert auf eine möglichst gute Fixierung nach der Operation bis zum Beginn der Konsolidierung. Dann aber ist vorsichtige aktive und passive Bewegung der Gelenke am Platze, teils zur Verhütung von Versteifungen, teils zur Wiederherstellung des Muskeltonus und auch zur direkten Einwirkung auf die Bruchstelle selbst. Hier müssen wir ein Wort über die Bedeutung der Funktion für die Ausbildung des Keimgewebes sagen. Bier ist der Anschauung, daß die Funktion das Entstehen der Regeneration nicht begünstige, er legt vor allem auf gewisse mechanische und chemotaktische Reize (Bluterguß, Toxine) Wert. Er verweist auf die Ueberknorpelung pseudarthrotischer Knochenenden unter der Einwirkung der Funktion, also auf die Bildung eines für die Pseudarthrosenheilung unzweckmäßigen Gewebes. Dies stimmt auch ganz mit den oben bei Besprechung der Aetiologie der Pseudarthrosen herangezogenen Untersuchungsbefunden von Pommer und Kassowitz überein. Verschiebung und Reibung der Knochenenden, wie sie bei der Funktion geschehen, begünstigen die Entstehung bzw. dauernde Erhaltung des Knorpelgewebes. Deshalb ist im Anfangsstadium der Heilung der Pseudarthrose Ruhe unbedingt notwendig, bis zur vollen Ausbildung des Keimgewebes. Diese Ruhe wird durch die genaue Fixation des Gliedabschnittes gewährleistet. In diesem Stadium wären Bewegungen der Bruchenden gegeneinander absolut schädlich. Was aber nicht schädlich, sondern eher nützlich erscheint, das ist die frühzeitige Einwirkung der aktiven Muskelkräfte auf den fixierten Knochen.

In seinen „Experimentellen Studien zur Struktur des Knochenkallus" betont Zondeck, daß richtunggebend für die Entwicklung des Kallus besonders die aktive Entwicklung der Muskelkontraktion und die Spannung der gesamten Weichteile in der Umgebung der Fraktur sei.

Von W. Roux wird „die funktionelle Anpassung", d. h. die Anpassung an die Funktion durch Ausübung derselben schon seit langem vertreten. Und was den sich regenerierenden Knochen betrifft, so sind die diesbezüglichen Verhältnisse, d. h. die Zug- und Druckwirkungen außer von Roux von Zschokke, Pommer und Jäger behandelt worden. Die Anschauung dieser Forscher ist die, daß es beim Druck besonders auf die Richtung ankomme, der wie der physiologische Belastungsdruck die Knochengefäße vor allem diagonal oder longitudinal trifft und im Gegensatz zu einem rechtwinklig oder seitlich auf sie einwirkenden die Zirkulation nicht beeinträchtigt, ja das Lumen der Gefäße eher erweitert als verengt. Die Tatsache, daß anhaltender und intermittierender Druck ganz verschieden wirken, ersterer zur Atrophie führt, letzterer einen Reiz zur Regeneration darstellt, ist für das ärztliche Handeln von großer Bedeutung.

Von Brun ist dieser Gesichtspunkt unter dem Namen der „funktionellen Belastung“ neuerdings besonders hervorgehoben worden, und in der Tat scheint die Betonung dieses Moments nicht unwesentlich. Schon während des ersten fixierenden, zirkulären Gipsverbandes lasse ich deshalb die Patienten aktiv ihre Muskeln innervieren, verlange also z. B. am Oberarm als Uebung zeitweise aktive Anspannung von Bizeps und Trizeps, um schon in dieser ersten Periode die aktive Muskelarbeit zur Einwirkung auf den Knochen heranzuziehen. Da der Knochen einschließlich der benachbarten Gelenke durch den festen Verband fixiert ist, so ist eine Verschiebung der Bruchstücke nicht gut möglich. Der Muskel befindet sich zwischen zwei festen Punkten eingespannt; wird er jetzt aktiviert, so spannt er sich wohl, ohne sich verkürzen zu müssen. Ein Experiment, das jeder an seinem Arm selbst nachprüfen kann, indem er den Ellenbogen aktiv in Beuge- oder Streckstellung fixiert und nun gleichzeitig aktiv den Bizeps anspannt. Bei diesen intermittierenden Druckwirkungen werden die Knochenenden gegeneinander gestemmt, was einen Reiz auf die Osteoblastentätigkeit ausüben dürfte. Seitliche Bewegungen der Knochen sind der Konsolidierung hinderlich, sie sind bei diesen Uebungen durch die Fixierung auch unmöglich gemacht.

Diese Uebungen sind auch sonst praktisch von einer gewissen Bedeutung. Denn für die Beurteilung der Resultate der Pseudarthrosenoperation kommt ja nicht bloß die Beseitigung des falschen Gelenks, sondern vor allem auch der funktionelle Zustand des ganzen Gliedes, und zwar der Muskeln und Gelenke in Betracht. Die Gelenke eines schon länger mit Pseudarthrose behafteten Gliedes weisen sehr häufig eine mehr oder weniger große Versteifung infolge langer Immobilisierung und infolge des erzwungenen Nichtgebrauches auf. Man sieht nun nach dem Festwerden des Knochens allmählich auch die Gelenke beweglicher werden, einfach deshalb, weil nach der erst jetzt möglichen Fixierung des zentralen Gliedabschnittes eine erfolgreiche Mobilisierung des Gelenks vorgenommen werden konnte, während vorher die Bewegung an der Stelle des falschen Gelenks erfolgte. Und die Muskeln passen sich in überraschend kurzer Zeit den veränderten Längenverhältnissen des Knochens an, vorausgesetzt, daß sie nicht unter den oben erwähnten unphysiologischen Bedingungen stehen, sondern so frühzeitig wie möglich aktiviert werden. Bei jeder Fraktur mit Dislokation beweist der Muskel diese Eigenschaft, sich in seiner Substanz zu verkürzen und dadurch die Knochenverkürzung zu kompensieren. Darum bauen wir auch bei der operativen Knochenverkürzung auf diese Erfahrungstatsache, und wie die Resultate zeigen, mit Erfolg.

Die Verkürzung des Knochens infolge der ausgiebigen Anfrischung, die von einzelnen gegen diese Operationsmethode eingewendet wird, spielt für die Funktion nicht die große Rolle, wie es scheinen könnte, für den Oberarm gar nicht und für den Oberschenkel nur teilweise, da sie hier später durch erhöhte Sohle oder Z-förmige Verlängerung des Knochens im Gesunden beseitigt werden kann. Den Oberarm habe ich schon bis zu 5, 6 und mehr Zentimeter verkürzen müssen, ohne einen Eintrag der Gebrauchsfähigkeit zu sehen. Guleke hält selbst Verkürzungen bis zu 10 cm am Oberarm für ziemlich belanglos.

Trotz der mitunter viele Wochen notwendigen Immobilisierung im Gipsverbande nach der Knochennaht sehen wir meist eine gute Beweglichkeit in den Gelenken und erhebliche funktionelle Leistungsfähigkeit der Muskeln wiederkehren, wie die abgebildeten Beispiele von Oberarmpseudarthrosen zeigen, die zum Teil nur 20—30° Beweg-

lichkeit im Ellenbogengelenk aufwiesen und nach der Heilung der Pseudarthrose eine mit dem Gebrauch des Armes immer mehr zunehmende Beweglichkeit erlangten.

Wann sollen wir operieren? Wenn wir bei den Kriegsbeschädigten warten wollten, bis die letzte Fistel 3—4 Monate geschlossen ist, entgehen die meisten der schon Jahr und Tag von Lazarett zu Lazarett herumgeschobenen Patienten in berechtigtem Drang zur Entlassung der notwendigen Operation. Aus sozialen Gründen ist aber die Heilung der Pseudarthrose dringend zu erstreben. Ich habe nun ohne Schaden, wie schon oben erwähnt, Entfernung kleiner Sequester, Ausschneiden der Fistel, Anfrischung und Knochennaht in derselben Sitzung oftmals vorgenommen, habe dann zu-

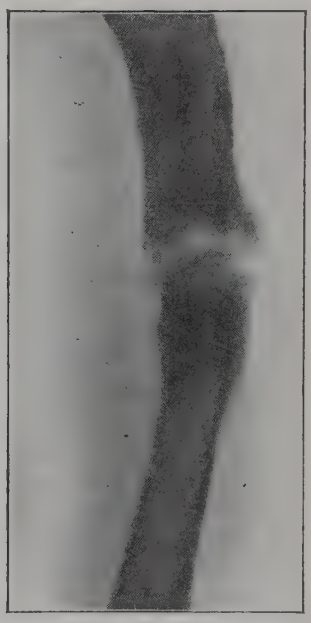


Fig. 8a. Oberarmpseudarthrose, bereits anderwärts vergeblich operiert.



Fig. 8b. Durch quere Anfrischung mit Naht geheilt, $1\frac{1}{2}$ Monate nach Operation, Aufhellung besonders des zentralen Bruchendes.

genäht, drainiert und die Pseudarthrose ohne oder nur unter mäßiger Sekretion heilen sehen. Ebenso geht auch Franke vor. Bei stärkerer Eiterung und schmierigem Sekret verfahre ich zweizeitig. Ganz anders verhalte ich mich natürlich bei der Deckung eines Defektes mit einem freiverpflanzten Knochenstück. Hier ist monatelanges Warten nach dem Wundschluß Bedingung für das Gelingen der Operation.

Die Heildauer ist natürlich nicht nur bei den einzelnen Knochen, sondern auch bei den einzelnen Individuen ganz verschieden. Von meinen Fällen wurden Finger in 2—6 Wochen, gebolzte Kniegelenke in 4—8 Wochen, Oberarme in 4—6 Wochen frühestens, 6 Monate längstens, Oberschenkel in 3—5 Monaten, Tibia in 2—3 Monaten fest. Die Heildauer hängt von dem Wundverlauf, dem Wiederaufwachen der ruhenden Infektion, der Konstitution usw. ab.

Was nun die Erfolge der Operation betrifft, so ist es mir bisher in allen Fällen von Oberarmpseudarthrose gelungen, mit der beschriebenen Methode der direkten Knochenvereinigung eine feste Konsolidierung zu erreichen. Meine Resultate liegen zum Teil 2 Jahre und länger zurück. In einzelnen Fällen wachte nach der Operation eine latente Infektion auf, es gab etwas Sekretion, es stieß sich wohl auch einmal ein kleiner Sequester ab, aber die Pseudarthrose wurde geheilt. Bei einem Fall von Pseudarthrose des Oberarmes, den ich zweimal operierte, wurde eine feste Konsolidierung nicht erreicht. Erst beim dritten Mal gelang sie. Das erste Mal machte ich die Anfrischung vielleicht nicht gründlich genug, ließ von dem in zwei Zacken gespaltenen oberen Bruchstück eine Zacke stehen und frischte nur die eine



Fig. 8c. 3 Monate nach Operation; fortschreitende Verdichtung und Konsolidierung.



Fig. 8d. 6 Monate nach Operation; die Verschmelzung vollzogen.

Zacke an. Es erfolgte eine Sequestrierung und Knochenresorption am oberen Bruchende, und der Bruchspalt wurde sehr breit, so daß die sich bildenden periostalen Kalluswucherungen zur Ueberbrückung nicht ausreichten. Nach 2 Monaten frischte ich nochmals quer an, aber auch jetzt legte ich am oberen Bruchstück, um die Verkürzung nicht zu groß zu machen, die Markhöhle nicht wie sonst frei, sondern begnügte mich mit dem Herstellen eines etwas blutenden Knochenquerschnittes. Nun entwickelte sich wohl eine größere Kallusbildung, allein trotz der festen Aneinanderfügung der Knochenenden erschien nach einiger Zeit wieder ein breiter Bruchspalt, bedingt durch Aufhellung und offenbare Resorption des Knochens, namentlich am oberen Bruchende. Durch festes Zusammenziehen der Bruchenden mittels eingegipster Bindenzügel, die am rechtwinklig gebeugten Ellenbogen angriffen und das untere Armende gegen das obere schulterwärts anpreßten, wurde in

der Tat eine im Röntgenbild merkliche Verengerung des Bruchspalts erzielt. Die Kallusproduktion nahm auch von Röntgenbild zu Röntgenbild deutlich zu und die Beweglichkeit der Bruchstelle ab, aber erst die dritte Anfrischung bis in die beiden Markhöhlen und falzförmige Verbindung der Bruchenden brachte die Heilung. Im einzelnen ergaben sich folgende Resultate:



Fig. 8e. Erzielte aktive Beugefähigkeit des Ellenbogens.

Die 28 operierten Oberarmpseudarthrosen wurden sämtlich geheilt, ebenso die 4 Oberschenkelpseudarthrosen, ferner die 3 Fingerpseudarthrosen. Von 4 Tibiapseudarthrosen, die mit Knochennaht behandelt wurden, trat bei 3 die Heilung ein, bei 1 Fall hinderte die latente Infektion das Festwerden des Knochens, immer neue Sequestrierungen an den Knochenenden vergrößerten die Lücke. Später soll hier eine Knochenplastik versucht werden. Von 3 Pseudarthrosen beider Vorderarmknochen wurde eine durch Knochennaht geheilt, die beiden anderen blieben infolge der wiedererwachten Infektion pseudarthrotisch. Auch hier soll später die Ueberbrückung des Defektes durch Knochenplastik vorgenommen werden. Eine Ulnapseudarthrose wurde durch Knochennaht geheilt.



Fig. 8f. Erzielte aktive Streckfähigkeit des Ellenbogens.

An der einknochigen Extremität, an Oberarm und Oberschenkel, am letzteren allerdings nur bei geringer Verkürzung, dürfte die Methode der Anfrischung mit Knochennaht das sicherste und am schnellsten zum Erfolg führende Verfahren sein. Die Abbildungen Fig. 8—13 zeigen Beispiele solcher Fälle (Oberarm, Oberschenkel und Tibia).

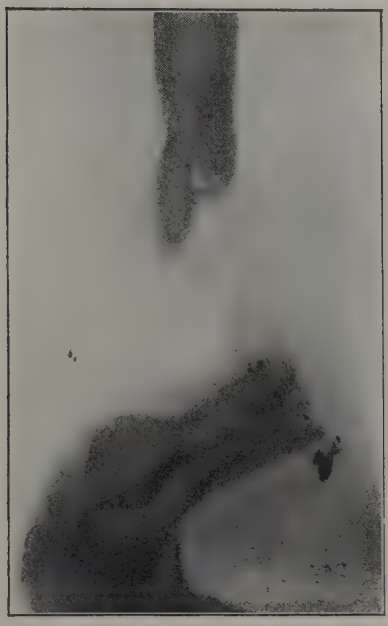


Fig. 9a. Defektpseudarthrose des Oberarms, vorher anderwärts vergeblich mit Knochentransplantation behandelt.

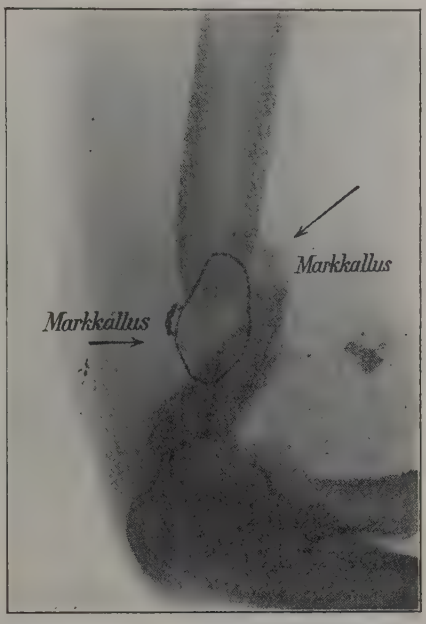


Fig. 9b. $1^1/_2$ Monate nach gabelförmiger Anfrischung und Naht, Entwicklung eines starken Markkallus.

Bei der Pseudarthrose der Clavicula, die nicht gerade häufig ist, hat Schmieden eine Operationsmethode angewandt, die er Auswechslung der Fragmente nennt. Die Bruchenden werden treppen-

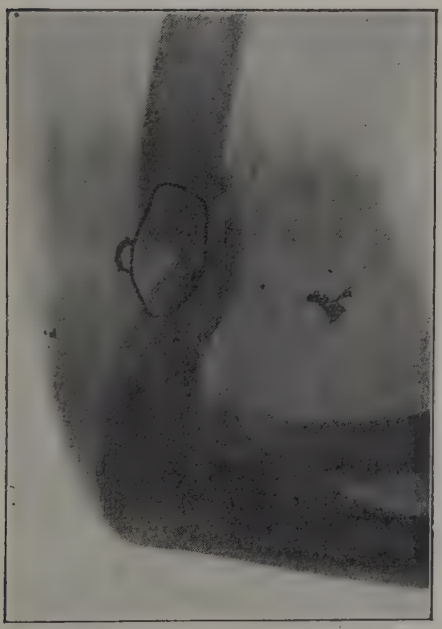


Fig. 9c. $2^1/_2$ Monate nach Operation feste Verschmelzung.

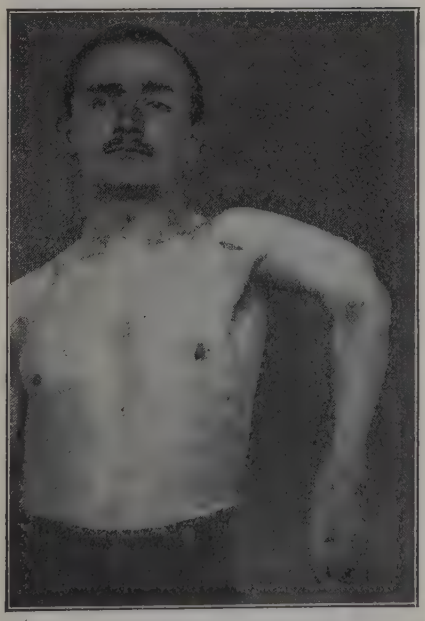


Fig. 9d. Herabhängender gebrauchsunfähiger Arm vor Operation.

förmig angefrischt, und zwar das nach unten verlagerte an seiner unteren Fläche, das nach oben verzogene an seiner oberen Fläche, sie



Fig. 9e. Erzielte aktive Streckung des Ellenbogens.

werden alsdann ausgewechselt und miteinander verhakt, worauf meist schon der Muskelzug sie fest aneinanderpreßt (Fig. 14).

Was den Heilvorgang betrifft, so können wir aus dem Studium der Röntgenbilder während der Heilung der Pseudarthrose wichtige Beobachtungen machen. Zunächst über die Beteiligung von Periost und Endost an der Verschmelzung der Knochen. Fast stets erscheint zuerst eine Kallusbildung an der seitlichen Begrenzung der Knochenenden, die als periostalen Ursprungs anzusehen ist. Dieselbe beginnt oft 3—4 oder mehr Zentimeter oberhalb der Knochenenden als periostale feine, saumartige Verdickung oder Auflagerung, wie sie bei jeder frischen subkutanen Fraktur zu sehen ist und als subperiostale Blutung mit Abhebung und Verdickung des Periostes zu deuten ist. Die Resektion der Bruchenden übt durch das Setzen einer neuen Knochenwunde denselben Reiz aus wie eine subkutane Fraktur. Diese periostale Verdickung nimmt nach dem Bruchende hin an Dicke zu. Im Laufe der Heilung sieht man dann die beiden periostalen Kalluswucherungen am Bruchspalt miteinander verschmelzen und immer knöcherner werden. Erst allmählich tritt im Bruchspalt selbst eine im Röntgenbild sichtbare Kallusbildung auf, die den Bruchspalt erst wolkig verschleiert, verengert und endlich ganz schließt, der intermediäre Kallus. Das offenbar so viel spätere und spärlichere



Fig. 9f. Erzielte aktive Beugung des Ellenbogens.



Fig. 10a. Oberarmpseudarthrose unterhalb des Humeruskopfes.

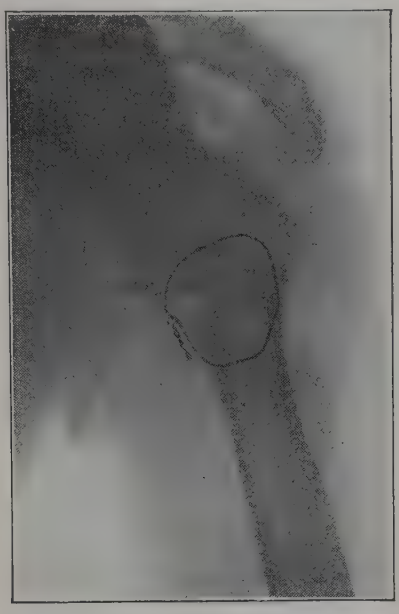


Fig. 10b. Heilung durch Knochennaht mit ausgezeichneter Bewegungsfähigkeit des Schultergelenks.



Fig. 11a. Defektpseudarthrose des Oberarms.

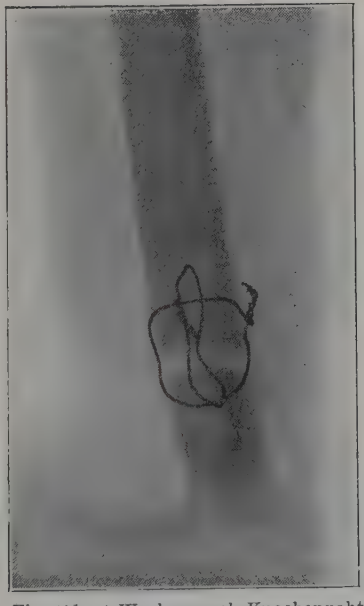


Fig. 11b. 4 Wochen nach Knochennaht mit querer Gestaltung der Bruchenden, beginnende Atrophie der Knochenenden.

Auftreten des Kallus im Bruchspalt, während an den Seiten bis mehrere Zentimeter weit schon erhebliche dichte Periostkallusschatten sichtbar sind, könnte mehr zugunsten des periostalen Anteils an dem Ossifikations-



Fig. 11c. Nach 4 Wochen Aufhellung des Bruchspalts und Verbreiterung, gleichzeitig starke Lockerung der Knochennaht. Beginnende Periostbrücke an der hinteren Seite.



Fig. 11d. Zunahme der Periostbrücke 4 Wochen später.

prozeß sprechen. Allein wir müssen uns vor voreiligen Schlüssen hüten. Diese Beobachtungen betreffen ja durchweg Fälle, in denen die Bruchenden quer gestaltet waren. Hierbei waren in der Regel die Markhöhlen nur teilweise eröffnet. Um unnötige Verkürzung zu vermeiden, frische ich nur soweit an, bis der Anfang einer Markhöhle erscheint. Da ist es denn wohl



Fig 11e. Weiterer Fortschritt dieses Prozesses. Der Knochen ist völlig fest geworden, der Bruchspalt ist wesentlich verkleinert.



Fig. 11f. Erzielte aktive Beugung und Streckung des Ellenbogens.



Fig. 12a. Oberschenkelpseudarthrose.

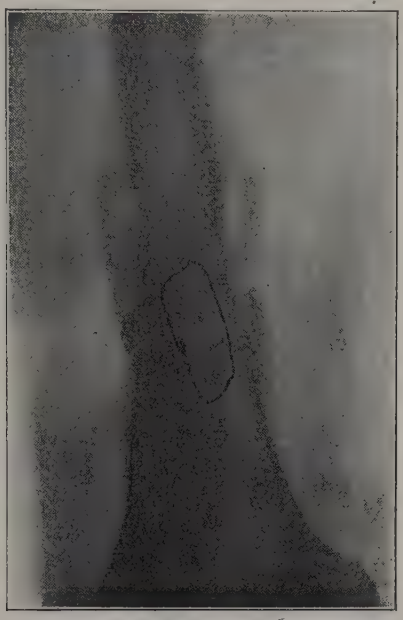


Fig. 12b. Quere Gestaltung der Bruchenden und Naht. Periostbrücken an den Seiten sichtbar.

auch erklärlich, daß die Produktion eines Markkallus langsamer und spärlicher als die des ungehindert sich entwickelnden periostalen Kallus vor sich gehen muß. Wenn man die Gegenprobe macht und die Markhöhle, sei es durch weitere Anfrischung, sei es durch seitliche Eröffnung

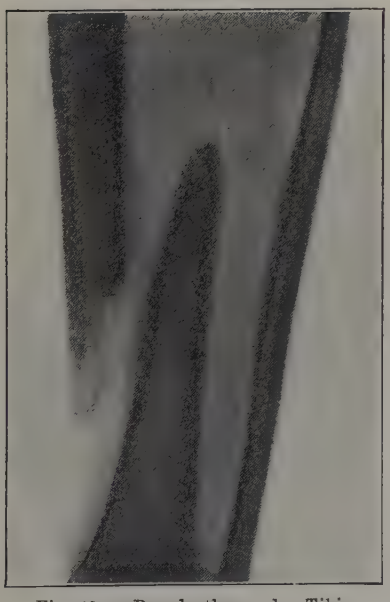


Fig. 13a. Pseudarthrose der Tibia.

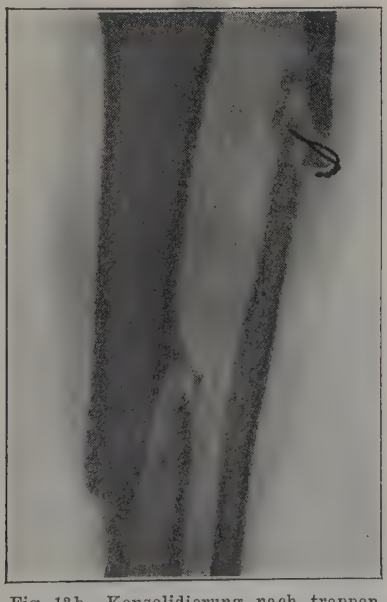


Fig. 13b. Konsolidierung nach treppenförmiger Gestaltung bei gleichzeitiger Durchmeißelung und Naht der Fibula.

wie bei treppen- oder gabelförmiger Gestaltung der Bruchenden, in ausgedehnterem Maße eröffnet, dann sieht man in der Tat den Anteil des endostalen Kallus an der Konsolidierung erheblich wachsen (Fig. 9b). Und bei den mit Verkeilung oder Verfalzung behandelten Pseudarthrosen sieht man in meinen Fällen im Röntgenbild nur einen ganz gering entwickelten periostalen Kallus, so daß bei diesen Fällen auf den Markkallus die Hauptleistung bei der Konsolidierung fallen dürfte. Ob dies praktisch einen wesentlichen Vorteil bedeutet, darüber sind die Erfahrungen noch nicht abgeschlossen; ich selbst habe die Konsolidierung bei der queren Anfrischung durchschnittlich in der gleichen Zeit eintreten sehen, wie bei den Methoden der Verfalzung oder treppenförmigen Gestaltung.

Nicht selten sehen wir neben dem Anbau einen mehr oder weniger ausgedehnten Abbau von Knochengewebe an den Bruchenden nach der Operation eintreten. Das ist ein ganz natürlicher Vorgang, der bei jeder Kontinuitätstrennung und besonders beim Knochengewebe in Erscheinung tritt. Beim Knochen zerfällt zunächst die an der Schnitt- bzw. Sägefläche liegende Schicht von Knochenzellen, die beim Sägen durch Hitzeentwicklung ohnehin gelitten haben mag, und erst dann kommt es zur Regeneration durch Apposition von Knochengewebe. Man kann bisweilen beobachten, daß der Knochen an seinem Ende auf eine ganze Strecke hin atrophisch wird, sich im Röntgenbild immer mehr aufhellt, scheinbar ganz abgeschnürt und deutlich fortschreitend resorbiert wird, um einen verbreiterten Bruchspalt zu hinterlassen (Fig. 11). Dieser Resorptionsvorgang kann ohne jede Eiterung verlaufen. Bei dieser Oberarmpseudarthrose verbreiterte sich beispielsweise der Bruchspalt auf diese Art von 2 mm auf etwa 1 1/2 cm! Dabei lockerte sich die vorher feste Fixierung der Bruchenden erheblich. Bisweilen scheint es, als ob das abgebaute Knochenstück, wenn es wie hier von einem Bohrkanal des Drahtes begrenzt ist, durch diese mechanische Bearbeitung in der Ernährung geschädigt sei. Diese Fälle mit Abbau heilen natürlich erheblich langsamer. Es bildete sich in diesem Falle ein zunehmender periostaler Kallus, der an beiden Knochenenden an einer Seite auftrat und die Bruchstücke klammer- oder brückenartig miteinander verband, um allmählich vielleicht unter dem Einfluß der noch im federnden Stadium aufgenommenen funktionellen Belastung außerordentlich an Stärke zuzunehmen und die erhebliche Lücke zwischen den Knochenenden immer mehr auszufüllen.

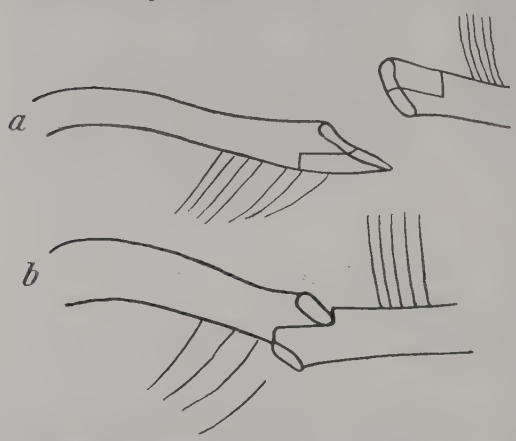


Fig. 14a. Claviculapseudarthrose. Anfrischung nach Schmieden.

Fig. 14b. Auswechselung und Verbindung der Fragmente.

b) An der doppelknochigen Extremität.

Ganz anders liegen, wie eingangs bemerkt, die Verhältnisse bei den Pseudarthrosen an den doppelknochigen Gliedern. Wir müssen deshalb bei ihnen einen anderen Weg einschlagen. Ein Aneinanderbringen der angefrischten Knochenenden ist nicht möglich, wenn der Sperrknochen in seiner Kontinuität erhalten ist. Auch die entstandene Deformität verlangt ein anderes Vorgehen. Hier kommt entweder die Einpflanzung eines den Defekt ausgleichenden und gleichzeitig die Deformität beseitigenden Knochenstücks oder die Verkürzung des anderen nicht pseudarthrotischen Knochens bis zur Herstellung gleicher Länge beider Knochen mit folgender Knochennaht in Frage. Ich bin bisher meist den ersten Weg gegangen. Zwar bietet er mehr Gelegenheit zu Mißerfolgen als der zweite Weg. Gegen diesen aber besteht das nicht geringe Bedenken der Verkürzung der Extremität und zwar besonders der unteren Extremität und der Trennung der Kontinuität eines gesunden Knochens mit der Gefahr der Entstehung einer Pseudarthrose auch in diesem. Ganz abgesehen von der technischen Schwierigkeit, beide Knochen auf die gleiche Länge zu bringen. Die Mißerfolge bei der Einpflanzung eines Knochenspans haben ihre Ursachen, wie schon oben bemerkt, meist in der sekundären Eiterung, die durch das Wiederaufflackern der latenten Infektion leider nicht selten eintritt und die Einheilung der freiverpflanzten Knochenstücke häufig vereitelt. Oft findet man trotz viele Monate langer Verheilung der Wunden beim operativen Freilegen der Pseudarthrose einen eitrigen Granulationsherd: in solchem Fall ist der Mißerfolg meist so gut wie gegeben und dringend zu raten, die Einpflanzung erst in einer zweiten Sitzung vorzunehmen, wenn es sich gezeigt hat, daß der freigelegte Herd keine Infektionserscheinungen gemacht hat. Aus solchen Erfahrungen heraus schlägt deshalb Geiges auch vor, die Operation stets zweizeitig zu machen, um so sicher wie möglich zu gehen, während v. Frisch-Wien, durch Mißerfolge entmutigt, bei Pseudarthrosen nach infiziert gewesenen Schußbrüchen die Einpflanzung eines Knochenspans überhaupt ganz aufgegeben hat.

Das Problem der Regeneration ist noch nicht völlig gelöst. Die Fülle des Materials, das der Weltkrieg aufgeworfen hat, hat von neuem den Sinn auf diese Fragen gerichtet. Zu dem Wertvollsten, was hierüber vorgebracht wurde, gehören wohl die Betrachtungen Biers, der von dem erhöhten Standpunkte des Naturforschers in das Wesen dieser Vorgänge durch Vergleich mit anderen Lebensprozessen einzudringen versucht. Ganz allgemein für die Regeneration überhaupt gilt sein Satz, daß es darauf ankommt, die vorhandenen Anlagen durch Beobachtung und Schaffung der natürlichen Bedingungen, durch Förderung nützlicher und Abhaltung schädlicher Reize zur Entfaltung zu bringen und durch das Gegenteil zu unterdrücken. Den Knochenspan, das Transplantat, faßt er als Nährboden auf, der zur Erhaltung der Lücke eingesetzt wird bis zur Fertigstellung des Regenerates, und der die Versperrung der Lücke durch mechanische Hindernisse

oder andere Gewebsarten (fibröses Narbengewebe!), die das Knochengewebe am Wachstum hindern, verhüten muß.

Die Rolle, welche das Transplantat spielt, ist durch experimentelle Untersuchungen, vor allem von Barth, Marchand und Axhausen soweit geklärt, daß die Mehrzahl der Forscher heute der Anschauung zuneigen, daß das Transplantat in seinem knöchernen Anteil abstirbt und allmählich von neuem Knochen ersetzt wird. Während die ältere Auffassung Barths dahin geht, daß frisch entnommener transplantierter Knochen nekrotisiert, resorbiert und vom Periost des Lagers aus organisiert und ersetzt wird, so daß es ganz gleichgültig ist, ob man lebenden oder toten ausgekochten Knochen verwendet, haben die neueren Forschungen eine andere Auffassung zur Geltung gebracht. Vor allem hat Axhausen gezeigt, daß das Periost und teilweise auch das Mark des lebend verpflanzten Knochens am Leben bleiben; Gefäße wachsen von der Umgebung herein und erhalten es funktionsfähig. Der Knochen selbst wird nekrotisch und resorbiert. Er wird ersetzt sowohl von dem mitverpflanzten Periost aus als auch von dem Periost des Lagers. Nach seiner Ersetzung wird er unter der Einwirkung funktioneller Anpassung in seiner inneren Struktur umgebaut und nimmt entsprechend an Dicke zu. Leo Mayers frühere Versuche ergeben, daß die Mehrzahl der Knochenzellen der Nekrose verfällt, und zwar allmählich fortschreitend, während die Markzellen sehr rasch absterben. In Präparaten von längerer Zeitdauer war das Transplantat fast völlig von neuem Knochen ersetzt, die Reste des alten Knochens waren kernlos. Ein guter Teil der Knochenzellen kann sich unter günstigen Ernährungsbedingungen sehr lange erhalten, in einzelnen Beobachtungen sollen sie sich sogar bis zu 9 und 12 Jahren (Stieda) erhalten haben. Neuerdings war Mayer in der Lage, zwei Sektionsbefunde nach früherer Transplantation untersuchen zu können, aus denen sich nicht unwichtige Feststellungen ergeben. Die Präparate, Tibiaspäne in Dornfortsätze der Wirbelsäule verpflanzt, beide gut eingeheilt, das eine 9 Wochen, das andere 1 Jahr nach der Operation wegen Exitus entnommen, zeigten folgendes:

1. Die Knochenzellen sterben zum größten Teil nach der Transplantation ab. Nach 60 Tagen war aber noch eine beträchtliche Zahl lebendig.

2. Die Zellen der Kambiumschicht verhielten sich verschieden. Teils erfolgte von ihnen keine Knochenneubildung, teils, wenn sie gut erhalten war, erfolgte eine solche. Durch Reizung bildete sich knorpeliger Kallus, der sich in Knochen umwandelte.

3. Von der äußeren fibrösen Schicht stammt keine Knochenneubildung.

4. Das Markgewebe des Transplantats ist nach 60 Tagen noch gut erhalten. Aus den Endostzellen geht eine Knochenneubildung hervor.

5. Die Zellen der Haversschen Kanäle sterben zuerst ab, dann wandern Leukozyten, später wachsen Kapillaren in die erweiterten Kanäle ein.

6. Wenn keine knochenbildenden Zellen mit hineinwachsen, bedingen diese Kapillaren Knochenabbau. Wenn Osteoblasten mitwachsen,

rufen sie Knochenneubildung hervor. Letztere kommt immer dann zustande, wenn die Kapillaren von dem Markraum des Mutterbodens stammen und gewöhnlich, wenn sie sich durch die Periostfläche des transplantierten Knochens ihren Weg bahnen.

7. Wo der transplantierte Knochen abgestorben ist, erfolgt Umbau teils durch lakunäre Resorption und appositionellen Anbau, zum größten Teil ohne vorherige lakunäre Resorption durch einen noch nicht vollständig erklärten Prozeß, den Marchand „schleichenden Ersatz" genannt hat.

8. Die jungen Knochenzellen sind möglicherweise durch die Canaliculi in die Knochenhöhle eingewandert.

9. Nach 1 Jahr ist der Span von dem umgebenden Knochen nicht mehr zu unterscheiden, er ist vollständig durch neuen Knochen ersetzt.

10. Es entsteht ein Umbau des Spanes, der sich in einen röhrenförmigen Knochen mit Markraum, Spongiosa und Corticalis umwandelt.

Aus diesen Feststellungen geht vor allem die Bedeutung des Markgewebes, und zwar ebensowohl des mitverpflanzten als auch desjenigen des Mutterbodens hervor, eine Tatsache, auf die wir unser Operationsverfahren wesentlich mitgegründet haben. Auch Bier hebt dies in seinen oben erwähnten Studien mit Nachdruck hervor und empfiehlt ebenso wie Guleke die Mitnahme von reichlichem Mark. Ja bei einer Schienbeinpseudarthrose eines 14jährigen Knaben füllte er nach Aufmeißelung des Knochens in Form einer Mulde wie bei Nekrotomie reichlich Mark aus einem frischexartikulierten Arm in diese Höhle hinein, vernähte das Periost nicht darüber, sondern nur die Haut, und sah nach 28 Tagen das Festwerden des Knochens. Bier hat die auch von uns wiederholt gesehenen Frakturen im Transplantat beobachtet, die wohl eine Folge des allmählichen Abbaus sind, mit dem der Anbau neuen Knochens nicht Schritt gehalten hatte. Oft konsolidieren sich leider solche Frakturen nicht wieder. Zehbe fand in seinen röntgologischen Studien über Knochenregeneration, daß der Ersatz des resezierten Stückes nicht gleichmäßig geschieht, sondern stets am proximalen Stumpf anfängt und sich von da weiter fortsetzt. Am distalen Stumpf ist die Regeneration geringer.

An Serienröntgenbildern kann man im Verlaufe der Einheilung des verpflanzten Knochens die Umbildung desselben verfolgen. Dieselbe erfolgt nicht bei allen Fällen in der gleichen Weise, wie dies ja auch Mayer oben betont. In den Fällen mit sogenannter lakunärer Resorption sieht man im Verlauf der ersten Wochen eine Aufhellung des Transplantats, und zwar nicht eine gleichmäßige, sondern eine flecken- oder streifenweise, entsprechend den entkalkten Stellen. In einem späteren Stadium wird der Schatten des Transplantats wieder dichter und die Konturen gleichmäßiger. Am Übergang von Lager in Transplantat sieht man meist schon bald einen offenbar periostalen Kallus die Verbindung herstellen.

An einem interessanten Falle (Fig. 15) konnte ich gleichsam wie im Experiment die Rolle studieren, die das mit dem Span mitverpflanzte Periost bzw. Mark spielt.

Ich hatte in einen Defekt der Fibula etwas oberhalb der Mitte einen 7 cm langen Tibiaperiostspan verpflanzt. Es trat, offenbar infolge Aufwachens der latenten Infektion, Eiterung auf, und ich sah mich gezwungen, wegen der wiederholten Temperatursteigerung und der Sekretion nach 2 Monaten den zernagten Span wieder zu entfernen, obwohl im Röntgenbild, namentlich am oberen Fibularande, deutlicher Periostkallus sichtbar war. Ein Röntgenbild 4 Wochen später zeigte nun zwischen den Knochenenden, da, wo der Tibiaspan gelegen war, genau in derselben Richtung und Größe desselben eine sehr dünne und durchscheinende offenbar periostale Brücke sich ausspannen. Ich verfolgte die Entwicklung von 4 zu 4 Wochen im Röntgenbild und sah ein Immerdichterwerden des Schattens, in dessen Mitte sich allmählich wie ein Kern eine längliche Verdichtung von knochenähnlicher Beschaffenheit herausbildete, die von Monat zu Monat an Dichte und Breite zunahm, bis sie etwa 7 Monate nach Entfernung des Spans in eine

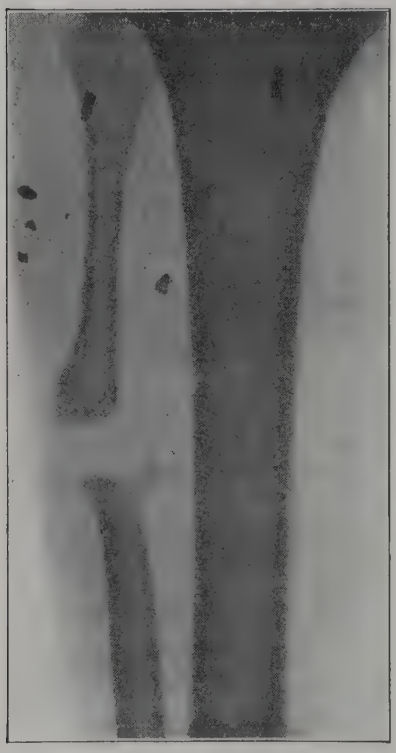


Fig. 15a. Fibuladefekt.



Fig. 15b. Einpflanzung eines Knochenspans.

deutliche knöcherne Verbindung mit dem unteren Fibulafragment getreten war. Die Verbindung wurde immer dichter, und bei Entlassung des Patienten 10 Monate nach Entfernung des Spans war der Defekt bis auf einen knapp 1 cm breiten Zwischenraum zwischen oberem Fibulaende und der Neubildung ausgefüllt. Diese Beobachtung zeigt deutlich die Tätigkeit des mitverpflanzten Periosts bzw. Markes, das lebensfähig blieb, während der Knochen selbst abgestorben war, und das nach Entfernung des toten Knochens seine knochenbildende Eigenschaft bewährte. Figur 15 zeigt die verschiedenen Phasen der Verknöcherung in diesem Falle.

Die praktische Folgerung aus dieser Beobachtung ist die, auch bei Sekretion den Span so lange wie möglich liegen zu lassen, da er als Prothese oder Leitbahn für das sich vom verpflanzten Periost bzw. Mark aus entwickelnde Knochengewebe dient. Wenn nun

Maceven und seine Anhänger auf Grund ihrer Experimente die heute allerdings von der Mehrzahl der Forscher nicht mehr geteilte Anschauung vertreten, daß dem Periost keine wesentliche knochenbildende Fähigkeit innewohne, sondern daß es nur als Grenzmembran funktioniere, so spricht, ganz abgesehen von den gegenteiligen vielfach wiederholten und mannigfach variierten Experimenten anderer, auch klinische Erfahrung und Beobachtung vollständig gegen diese Auffassung. Es mag zutreffen, daß ein in lebendes Muskelgewebe frei oder gestielt verpflanztes Perioststück meist keinen Knochen bildet. Diese Versuche sind oft genug gemacht worden. Die Mißerfolge kommen wohl daher,



Fig. 15c. Entfernung des Spans nach acht Wochen wegen Eiterung, Andeutung eines Periostsaums im Defekt.

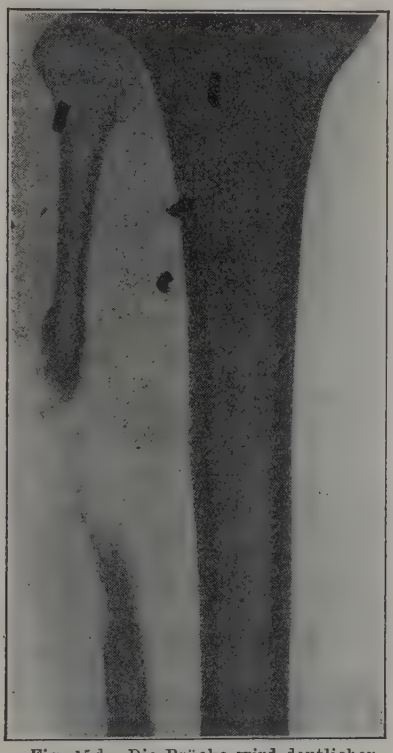


Fig. 15d. Die Brücke wird deutlicher (1 Monat später).

daß es ohne die Kambiumschicht verpflanzt wurde. Wir wissen, daß nur die innerste dem Knochen fest anhängende Schicht des Periosts, das Kambium, der Träger der knochenbildenden Kraft des Periosts ist und daß, wie aus den Versuchen von Davis und Hunnicut hervorgeht, auch im Experiment Knochenbildung eintritt, wenn am Periost eine dünne Knochenscheibe hängen geblieben war. In dem von mir oben herangezogenen Fall einer Transplantation in einen Fibuladefekt starb durch die Eiterung der verpflanzte Knochen ab und wurde zum Sequester. Sein Periost aber und wohl auch das Mark hatte sich abgelöst, blieb am Leben und produzierte allmählich eine ganz beachtenswerte Knochenmasse. Dasselbe sehen wir bei den Reparationsvorgängen bei der Osteomyelitis infectiosa der langen Röhren-

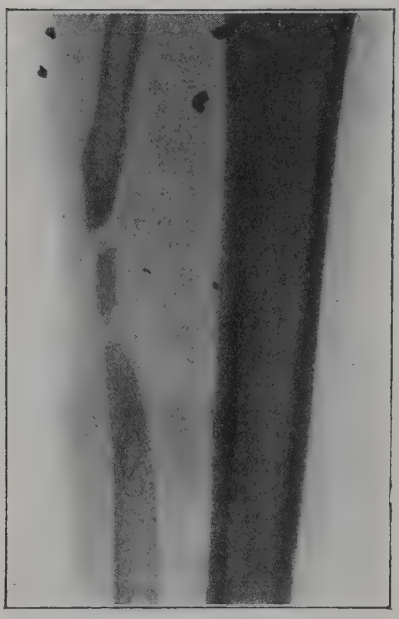


Fig. 15e. Nach 1 Monat Auftreten eines Knochenkerns im Defekt.



Fig. 15f. Nach 1 Monat ist der Knochen in eine immer fester werdende Verbindung mit dem unteren Bruchstück getreten.



Fig. 15g. Nach 1 Monat ist der Defekt bis auf etwa 1 cm völlig ausgefüllt.

knochen, wo der Eiter den Periostmantel vom Knochen abhebt, den Knochen entblößt und der Nekrose überantwortet und wo dann jene mächtige Knochenbildung vom Periost ausgeht, die den Defekt wieder ersetzt. Schließlich sei auch an die durch Axhausens Experimente festgestellte Tatsache erinnert, daß die periostalen Wucherungsvorgänge nach der Ueberpflanzung sich besonders an den freien Schnitträndern des Periosts abspielen, da hier die tiefen osteogenetischen Schichten des Periosts zur Wirksamkeit gelangen.

Mayers oben erwähnte Versuche ergaben weiter, daß bei längshalbierten Tibiatransplantaten, wobei das Endost durch innige Vereinigung mit dem lebenden Gewebe des Lagers unter günstiger Ernährung stand, auf der endostalen Seite des Knochens eine Knochenneubildung stattfand, ähnlich wie auf der Periostseite.

Aus alledem geht hervor und sei mit Nachdruck unterstrichen, einmal, daß der verpflanzte Knochen beides, Periost und Mark, ent-

halten soll, weil beides wichtig, ja entscheidend für die Knochenneubildung ist, und weiter, daß dem das Transplantat aufnehmenden Lager insofern eine besondere Beachtung geschenkt werden muß, als auch dieses die genannten Elemente der Knochenbildung enthalten muß. Nach diesen Grundsätzen müssen wir bei der Transplantation verfahren.

Was zunächst die Art des zu verpflanzenden Materials betrifft, so ist die Entscheidung auf Grund der Experimente und der klinischen Erfahrungen zugunsten der Autoplastik und gegen die Homoplastik sowohl als auch besonders gegen die Heteroplastik gefallen. In diesen Fragen, sowie in den Fragen der Technik der Operation haben Lexer, Garrè und Küttner uns die Wege gewiesen.

Nun zur Technik der Operation. Ueber das Instrumentarium bei der Knochentransplantation gehen die Meinungen etwas auseinander. Während Lexer allein den Meißel walten läßt und die Säge, namentlich die Kreissäge, verwirft, weil sie durch Entwicklung zu starker Hitze die Knochenzellen des Transplantates schädige, fürchten andere wie Albee und Ludloff diese Wirkung nicht. Ich habe bei der Transplantation immer den Meißel angewendet, während ich bei der Anfrischung zur Knochennaht die Bogensäge bevorzuge. Es ist sehr wichtig, daß in dem Transplantat keine Sprünge beim Ausmeißeln entstehen, damit nicht Teile desselben nekrotisch werden.



Fig. 16. Lexerscher Meißel.

Um das Splittern des Knochens beim Meißeln zu vermeiden, setzt Lexer deshalb den Meißel wie der Bildhauer immer nur mit einer Ecke an und schlägt so Stück für Stück weiter, um das Knochenstück in genau der Form und Größe auszusprengen, wie er beabsichtigt, während Brun den Geisfuß und Köllicker den alten schrägen Linhardtschen Meißel zu diesem Zwecke empfehlen. Neuerdings hat Lexer eigene Meißel mit dünner Schneide und Holzgriff (Instrumentenfabrik Ludwig Dröll, Frankfurt a. M.) angegeben, mit denen ich recht zufrieden bin (Fig. 16).

Ehe wir die einzelnen Operationsmethoden darstellen, ist es notwendig, mit allem Nachdruck darauf hinzuweisen, daß der Zustand der äußeren Hautbedeckung für das Gelingen der Operation von nicht geringer Bedeutung ist. Es ist hier ebenso wie bei der Knochennahtmethode geboten, alle Narben in der Gegend der Pseudarthrose vorher restlos auszuschneiden und durch Mobilisierung der Hautränder oder durch plastische Methoden den Defekt zu decken. Die Glanzhautnarben, die bei fast allen Kriegspseudarthrosen vorhanden sind, zerfallen sehr leicht, die Folge ist ein Bloßliegen des Transplantats und oft genug seine Nekrose. Bei sehr großen Hautdefekten ist es unter Umständen notwendig, in zwei Sitzungen zu operieren, erst die Hautplastik vorzunehmen und nach deren Heilung die Knochenoperation zu machen.

Die Operation führe ich auch hier immer ohne Blutleere aus und suche auch die Bildung eines Hämatoms aus der postoperativen Markhöhlenblutung nicht zu verhindern. Ich neige mich Biers Ansicht zu, der in dem Bluterguß einen Nährboden und einen chemo-

taktischen Reiz erblickt, der der Heilung förderlich ist. Dahingegen sucht Lexer den Bolzen durch Umhüllung mit Weichteilen zu schützen vor der seiner Meinung nach schädlichen Wirkung des Blutergusses, da dieser den frühzeitigen Anschluß des Transplantats an seine Umgebung verhindere. Das Operieren ohne Blutleere erlaubt eine viel sicherere Beurteilung der Knochenverhältnisse (blutende Markhöhle!). Das Transplantat müssen wir mit seinem möglichst unverletzten Periostüberzug entnehmen. Ich habe es meist aus der Tibiakante genommen, und zwar mit dem Meißel nachq uerer Begrenzung an den Enden ausgesprengt, nachdem ich zuvor mit dem Messer das Periost umschnitten hatte, und zwar an den Seiten sowohl wie an den Enden reichlich überstehend. Auf der anderen Seite enthält der Span Marksubstanz. Diese in möglichst breite und innige Berührung mit der Marksubstanz des Lagers zu bringen, ist meiner Meinung nach das Wichtigste. Es ist geradezu entscheidend für die Einheilung der Transplantate. Deshalb muß das Lager so hergerichtet werden, daß eine breite Berührungsfläche vorhanden ist, es muß reichlich angefrischt werden, damit wirklich regenerationsfähiger Knochen freiliegt.

Was die Länge und Dicke des Transplantats betrifft, so darf dasselbe unter keinen Umständen zu kurz oder zu dünn genommen werden. Viele Mißerfolge erklären sich aus der Wahl zu kurzer oder zu dünner Späne. Teils gelingt es bei einem zu kurzen Span nicht, die ausgiebige seitliche Berührung von Span und Lager herzustellen, die für die Verschmelzung der Knochen notwendig ist, teils resorbieren sich kleine dünne Späne zu schnell, ehe die Durchwachsung weit genug vorgeschritten ist, teils treten bei dünnen Spänen leicht Frakturen ein, und endlich ist auch mit einem längeren kräftigen Span eine bessere Fixierung zu erzielen. Die Länge des Transplantats muß vorher sorgfältig bestimmt werden, damit man nicht mehrfach am Transplantat herumschneiden und -sägen muß. Ich habe zu diesem Zwecke ein sterilisiertes Metermaß bei den Instrumenten; Brun mißt mit dem Zirkel ab. Zur richtigen Bemessung der Länge des Spans ist es notwendig, eine vorher bestehende Deformität, wie Varusstellung des Unterschenkels oder der Hand, durch Zug auszugleichen. Das Lager habe ich meist treppenförmig eingeschnitten und den Span nach kräftigem Auseinanderziehen der Bruchenden fest eingeklemmt, um ihn so fest wie möglich zu fixieren. Das überstehende Periost pflege ich mit dem Periost des Lagers zu vereinigen. Ich habe nun aus der Erfahrung heraus, daß trotz anfänglichem Feststehen des Spans in seinem Lager allmählich eine Lockerung auftreten kann, den Span an beiden Enden noch durch eine dünne um Span und Lager herumgeführte Drahtschlinge befestigt. Eine Durchbohrung vermeidet man wegen der Schädigung besser. Auf die feste Einfügung des Spans in sein Lager legt auch Brun großen Wert, damit er so früh wie möglich mit der funktionellen Belastung beginnen kann. Zu diesem Zweck klemmt er einen entsprechend zugeschnittenen Span in einen schrägen Falz in das Lager ein (Fig. 17). Nach der Entnahme des Spans von der Tibia schließt man die Wunde am Unterschenkel ohne weiteres. Der Defekt blutet voll und ersetzt sich in einigen Monaten wieder vollständig.

Eine gewisse Vorsicht mit diesem Bein ist noch für einige Zeit geboten. Ich habe einmal durch Fall des Patienten eine Fraktur der Tibia an der Stelle der Spanentnahme auftreten sehen. — Wenn es die Verhältnisse gestatten, ist es empfehlenswert, den Span vom selben Knochen zu nehmen, weil dabei die Genauigkeit des Aufeinanderpassens der Knochenflächen durch das gleiche Kaliber eine größere und der ganze Eingriff meist ein einfacherer ist. Man kann den Span nach Albee in der Längsrichtung in einer in den Knochen gemeißelten Rinne wie einen Riegel über den Defekt schieben. Ich habe eine etwas andere Methode in manchen dazu geeigneten Fällen angewendet, die den Kontakt zwischen Lager und Span und den Anschluß an das Lager noch besser zu gestalten scheint. Ich drehe den vom selben Knochen entnommenen Span um 180° in den Defekt hinein. Die Technik dieser Methode ist folgende: Nach Freilegung der Pseudarthrosenstelle und der Knochenenden in entsprechender Länge unter Erhaltung des Periosts auf denselben sprenge ich aus einem der beiden Knochenstücke, dem zentralen oder dem peripheren, bei ungleich langen natürlich stets dem längeren, ein zur ausgiebigen Ueberbrückung ausreichend langes periostbedecktes Knochenstück, das etwa halb so dick wie der Knochen sein soll, mit dem Meißel aus, nachdem ich es zuvor an seinem pseudarthrotischen Ende angefrischt und an seinem anderen Ende zur Begrenzung quer eingesägt habe. Die Aussprengung erfolgt sehr vorsichtig von diesem quer eingesägten Ende aus nach der Pseudarthrosenstelle hin. Hier suche ich eine Periostbrücke sorglich zu erhalten, an der ich das Knochenstück dann um 180° wie an einem Stiele drehe und in die Lücke einfüge. Das Lager am anderen Ende wird zuvor bis ins Mark ausgiebig angefrischt. Wenn man sehr vorsichtig arbeitet, bleibt außer dem Periostiel auch ein gewisser Zusammenhang von spongiöser Knochensubstanz an dem Ende erhalten, indem sich das Spongiosabälkchengewebe aufdreht. Bisweilen habe ich den Zusammenhang hier durch eine vor der Aussprengung durch Bohrloch durchgeführten und erst später geknüpften Bronzedrahtnaht gesichert, um eine Verschiebung zu verhindern. Nach der Eindrehung des Spans knüpfe ich die Sicherungsnaht und befestige auch am anderen Ende den Span mit dem stufenförmig gestalteten Lager mit einer dünnen Drahtnaht. An dem Drehpunkt und am anderen Defektende müssen Span und Lager sich je etwa 2—3 cm lang berühren. Ich habe den Eindruck, daß die Vereinigung bei dieser Methode, bei der zwei seitlich eröffnete Markhöhlen von gleicher Dimension und Form aneinander zu liegen kommen, eine innigere und die Ernährung des Spans eine günstigere ist. Im Verlaufe der Heilung sieht man zuerst am Drehpunkt Span und Lager ineinander übergehen und verschmelzen, den Span an der Seite mit der offenen Markhöhle bald dicker werden und die Verschmelzung am anderen Ende mit dem Lager durch periostalen Kallus vom Lager aus sich vollziehen, während der durch die Entnahme des Spans

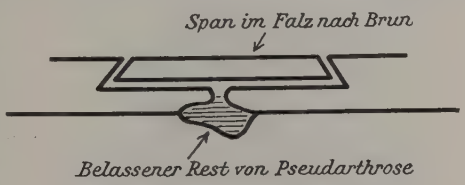


Fig. 17. Span im schrägen Falz nach Brun (schematische Zeichnung).

gesetzte Defekt aus seiner seitlich geöffneten Markhöhle heraus sich ausfüllt. Eine schematische Zeichnung der Methode stellt Fig. 18 dar. Die Methode eignet sich vor allem für Tibia und Ulna, weil diese Knochen auf längere Strecke bequem freizulegen sind, ohne daß dabei

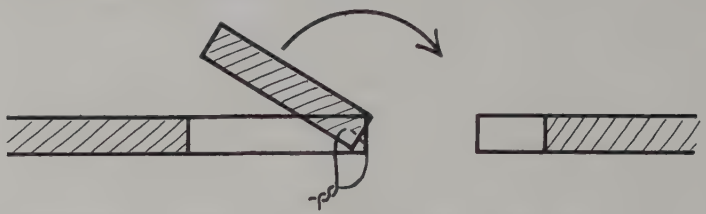


Fig. 18. Schematische Zeichnung der Eindrehung des Spans in den Defekt um 180° an einem Periostst iel.

die Weichteile, besonders die Muskeln, geschädigt werden. Die einzelnen Phasen der Verschmelzung und die Resultate an Ulna und Tibia werden in den Fig. 19—21 veranschaulicht. Früher hat bei der kindlichen Pseudarthrose Vulpius gestielte Periostknochenspäne zur Deckung angewendet.

Neben den Methoden der Einfalzung, der Längsverschiebung und der Eindrehung des Transplantates steht das be-



Fig. 19a. Ulnadefekt.



Fig. 19b. 4 Wochen nach Deckung durch eingedrehten Span, vom zentralen Ende entnommen.

kannte, namentlich von Lexer bevorzugte Bolzungsverfahren. Lexer verwendet bei allen Pseudarthrosen an der einknochigen wie zweiknochigen Extremität ausschließlich autoplastisch verpflanzte Knochenspäne, die er teils durch Anlagerung, teils durch Bolzung in die Markhöhlen befestigt. Bei der Anlagerung legt er auch besonderen Nachdruck auf breite Anfrischungsflächen. Und wegen des für die Heilung

günstigen frühzeitigen Muskelzugs ist er für möglichst feste Verankerung des Spans. Den in die Markhöhle gebolzten Span nimmt er periostlos wegen der Verschmelzungsvorgänge im Markraum. Ueber diese hat Brun wichtige Untersuchungen angestellt, aus denen die Tätigkeit und Bedeutung des Endostes und Markes hervorgeht. Bei Bolzung eines dreikantigen und an einer Seite mit Periost bedeckten Knochenspans in die Markhöhle konnte er feststellen, daß an der mit Periost bedeckten Seite des Transplantats im Querschnitt des Knochens keine Verschmelzung mit dem Lager sichtbar war, wohl aber an den Markseiten des Bolzens, wo Spongiosa an Spongiosa zu liegen kam.

Die Bolzungsmethode leidet, das betont auch Guleke, daran, daß die Bolzen nicht selten frakturieren, besonders wenn sie zu schwach gewählt wurden und zu lange Strecken überbrücken mußten. Ein



Fig 19c. Vollendete Vergießung.



Fig. 20a. Tibiadefekt.

anderes Bedenken gegen die Methode der Bolzung ist das, daß durch die Verrammelung der Markhöhle durch den in sie eingetriebenen Bolzen die Mitwirkung des Knochenmarkes am Knochenaufbau erheblich beeinträchtigt wird. Ich habe die Bolzung vor allem bei der Radiuspseudarthrose im vorderen Drittel angewendet, wo ich den Span in das breite Gelenkende des Radius eingerammt habe. Allerdings nicht immer mit Erfolg. Ich sah einmal den Span am zentralen Ende anheilen, und am Gelenkteil des Radius, wo er weit fester verankert war, blieb die Verschmelzung aus und es trat Resorption des Transplantates ein. Auch Guleke hat die gleiche Beobachtung am vorderen Radiusende gemacht, wo er eine recht geringe Kallusproduktion sah.

Von besonderem Interesse war mir ein anderer Fall von Radiuspseudarthrose im vorderen Drittel, bei dem der in sein stufenförmig angefrischtes Lager fest eingeklemmte Tibiaspan reizlos einheilte und mit

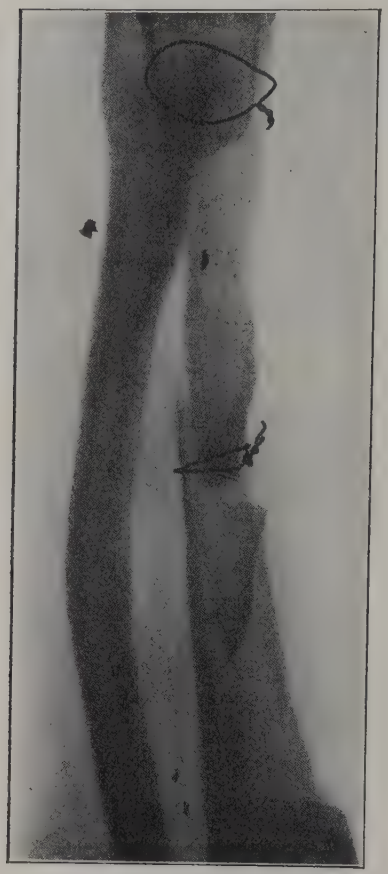


Fig. 20b. 4 Wochen nach Überbrückung durch 12 cm langen gestielten Span vom zentralen Ende desselben Knochens unter Drehung um 180°. Volle Heilung. Patient tut vollen Dienst als Reichswehrsoldat.

dem zentralen Ende bald fest verschmolz. Am peripheren Ende war von vornherein geringere Kallusbildung sichtbar, gleichwohl schien er auch hier verschmelzen zu wollen. Der Spalt zwischen Span und Lager wurde enger. 5 Monate nach der Operation begann auf einmal eine deutliche Aufhellung des Spaltes am peripheren Ende aufzutreten und gleichzeitig eine deutliche Lockerung unter Stärkerwerden der schon beseitigten Varusstellung der Hand sich bemerkbar zu machen. Ein Röntgenbild 10 Monate nach der Operation zeigte nun einen deutlichen Resorptionsprozeß am peripheren Ende des Spans. Das vierkantige Ende war verschwunden und in eine wolkige unregelmäßig begrenzte Masse aufgelöst. Gleichzeitig traten an der Seite des Spans auch wolkige Schatten auf, während am zentralen Ende der Span in eine feste kontinuierliche Verschmelzung mit dem Knochen übergegangen ist. Solche Beobachtungen verstärken die oben mitgeteilte Beobachtung Zehbes, daß am distalen Ende die Ossifikation schwächer ist als am proximalen Ende, so daß der Abbau hier früher und stärker wirksam wird, ehe der Anbau vollendet ist.

Andere Methoden wie die Bereitung des Völckerschen „Knochensalats", die darin besteht, daß die Pseudarthrosenenden angefrischt, die dabei fortfallenden Knochenstücke zerklopft und in die zwischen den Knochenenden entstandene, inzwischen mit Blut angefüllte Lücke versenkt werden, oder die Reichelsche Verpflanzung von gestielten Hautperiostknochenlappen von Radius auf Ulna oder umgekehrt usw. übergehe ich mangels eigener Erfahrung. Auch die



Fig. 21a. Tibiadefekt.

von Schepelmann ausgeführte Plombierung der Lücke mit Mosetigscher Jodoformplombe sei hier nur erwähnt.

Welche der Verpflanzungs- oder Befestigungsmethoden man auch wählt, die Hauptsache dürfte wohl die solide sichere Einfügung des Periost und Mark enthaltenden Spans in ein gut angefrischtes Lager mit eröffneter Markhöhle sein, so daß man so bald wie möglich mit Bewegungen beginnen kann, was für die Ernährung des Knochens von Bedeutung zu sein scheint. Mitunter sieht man während des Heilverlaufs bei Transplantationen Teile des Transplantats nekrotisch werden und sich abstoßen, während der Span in der Hauptsache erhalten bleibt. Es scheint dies auf Schädigungen bei der Entnahme mit dem Meißel oder bei der

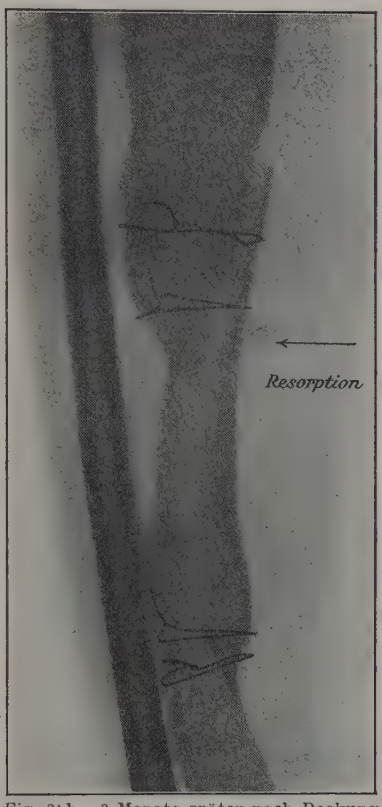


Fig. 21b. 2 Monate später nach Deckung durch 12 cm langen gestielten Span vom peripheren Ende. Streifige Resorption am zentralen Teil des Spans.



Fig. 21c. 2 Monate später Vergießung.

Bearbeitung mit dem Bohrer zurückzuführen zu sein, wenigstens deute ich so den Fall (Fig. 22), wo 6 Wochen nach der Transplantation eines Tibiaperiostknochenspans in den Ulnadefekt ein schräg verlaufender Sprung, wie von einer Splitterung am Span sichtbar wurde. 4 Wochen später war dies Knochenstück abgeschnürt, unterhielt Sekretion und wurde als Sequester entfernt, worauf die Fistel heilte. Das übrige Transplantat blieb erhalten, eine mächtige periostale Kallusbildung am zentralen Ende setzte ein, die den Span völlig einschloß und zur Vergießung brachte.

Nach der Transplantation ist in allen Fällen eine exakte und genügend lange Fixierung des betreffenden Gliedabschnittes geboten.



Fig. 22a. Ulnadefekt.



Fig. 22b. Beginnende Sequestrierung am Span 2 Monate nach Operation, an der Grenze des Drahtes.



Fig. 22c. Nach Entfernung des Sequesters volle Vergießung.



Fig. 23a. Radiusdefekt am Handgelenksende durch Tibiaspan gedeckt. Infolge sekundärer Eiterung Abstoßung eines größeren Sequesters des Spans. Derselbe wird liegen gelassen.

Ich bevorzuge den gefensterten Gipsverband, in dem ich die Wundheilung verfolgen kann. Später kann man eine abnehmbare Wasserglashülse geben. Besonders wichtig ist dies am Unterschenkel, der

der Belastung ausgesetzt ist und an dem das Resultat der Operation durch eine Infraktion des noch nicht völlig durchwachsenen Transplantats verloren gehen kann. Am Unterschenkel ist eine Fixierung für $^1/_4$ bis $^1/_2$ Jahr je nach dem Fall zu raten. Am Unterarm reichen 2—3 Monate. Die abnehmbaren Hülsen ermöglichen Massage und Uebungsbehandlung.

Fig. 23, 24 zeigen weitere Resultate mit Tibiaspantransplantationen in Defekte des Radius an verschiedenen Stellen dieses Knochens.



Fig. 23 b. Entfernung desselben 11 Monate nach der Operation. Volle Konsolidierung.

Als den anderen Weg bei den Pseudarthrosen der doppelknochigen Glieder bezeichnete ich die Verkürzung des anderen, nicht pseudarthrotischen Knochens bis zur Herstellung gleicher Länge beider Knochen mit folgender Knochennaht. Diesen Weg geht auch Sudek, der mitteilt, daß er den Unterarm sogar um 9 cm ohne wesentliche Beeinträchtigung verkürzt habe. Er nimmt meist die Verkürzung in Kauf gegenüber der verhältnismäßigen Unsicherheit der Transplantationsmethode. Es gibt in der Tat eine Reihe von Fällen, in denen der Verkürzung unbedingt der Vorzug gegenüber dem Transplantationsverfahren gegeben



Fig. 24 a. Radiusdefekt in der Mitte.

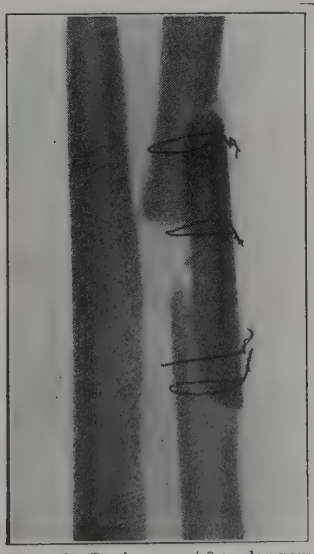


Fig. 24 b. Deckung mit 8 cm langem Tibiaspan. Heilung.

werden muß. Das sind einmal die Fälle mit Pseudarthrose beider Knochen (Fig. 25). Diese liegen ähnlich, wie die Pseudarthrosen an

der einknochigen Extremität. Hier ist die Transplantation an beiden Knochen nicht allgemein zu raten, weil die Fixierung eine unsichere ist. Die Anfrischung und direkte Knochennaht ist hier das gegebene. Das sind ferner die Defekte ganz in der Nähe der Gelenke, wie z. B. ein Radiusdefekt, der zu einer erheblichen Deformität des Handgelenks geführt hat. Die Regenerationsfähigkeit des Knochens scheint ja, wie bemerkt, in der Nähe der Gelenke eine herabgesetzte zu sein. Besonders angezeigt ist bei diesen Fällen die Verkürzung, wenn zugleich ein Brückenkallus zwischen Radius und Ulna hinter der

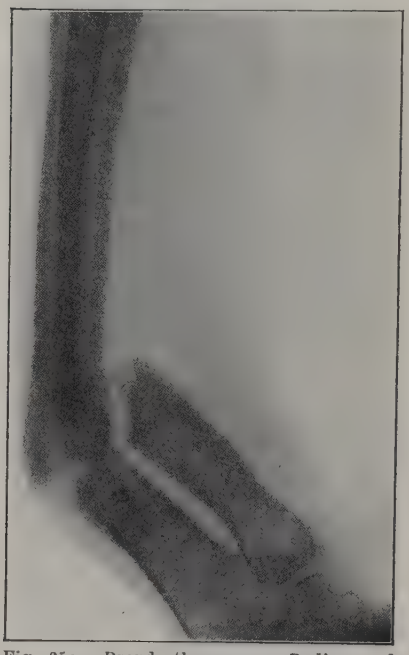


Fig. 25a. Pseudarthrose von Radius und Ulna im vorderen Drittel.

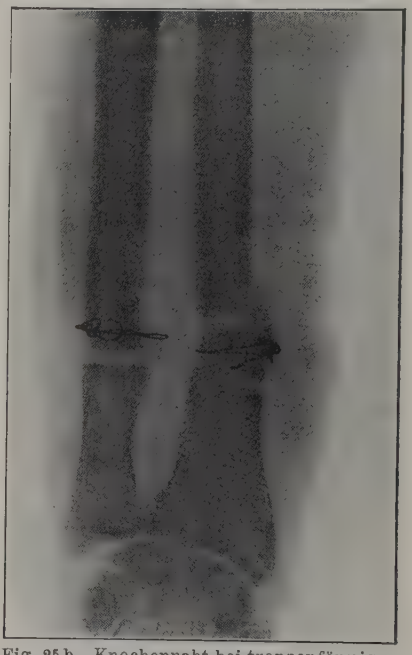


Fig. 25b. Knochennaht bei treppenförmiger Gestaltung der Enden in zwei senkrecht aufeinander stehenden Ebenen (Ulna frontal, Radius sagittal).

Pseudarthrose besteht, oder wenn, wie häufig bei diesen Verletzungen in der Nähe der Gelenke, das Gelenk versteift ist.

Hier würde die Transplantation eines Knochenspans nach Lösung der Synostose nichts als eine Künstelei mit voraussichtlichem Mißerfolg bedeuten. In diesem Falle habe ich die beiden Vorderarmknochen nach Lösung der Synostose auf gleiche Länge gebracht, indem ich das kurze periphere Bruchstück exstirpierte und den Parallelknochen entsprechend verkürzte. Wegen der Versteifung des Handgelenks habe ich die beiden Knochen alsdann in gelenkige Verbindung mit der Handwurzel gesetzt, wodurch ich neben der erwünschten Geraderichtung des schwer deformierten Vorderarms eine ausgiebige Beweglichkeit der Hand mit guter Kraftleistung erzielen konnte. Gleichzeitig mit der Verkürzung des Knochens habe ich für nötig gefunden, die nun zu langen Dorsalflektoren der Hand am Vorderam durch Raffnaht etwas in Spannung zu versetzen.

Auch bei einer Tibiapseudarthrose ohne Defekt, aber mit größerer Verschiebung und Verbiegung des Unterschenkels, wie Fig. 13, war es notwendig, die Fibula zu osteotomieren und zu verkürzen, um die Knochenenden überhaupt gut aufeinander zu stellen.

Da, wo die Methode der Transplantation in Berücksichtigung der ganzen Umstände und Bedingungen des Falles nicht sicher genug erscheint, ist die Verkürzung mit Knochennaht vorzuziehen.

Man kann hierbei den Rat Gulekes befolgen und die Verkürzung des Sperrknochens nicht in gleicher Höhe wie die Naht des pseudarthrotischen Knochens vornehmen, um im Falle des Mißlingens der Knochennaht nicht eine doppelte Pseudarthrose in gleicher Höhe zu erhalten.

Was die Methode hierbei betrifft, so empfehle ich an der doppelknochigen Extremität nicht die quere, sondern die treppenförmige Gestaltung der Knochenenden wegen der größeren Sicherheit. Um die seitliche Festigkeit der beiden Knochen zu sichern, habe ich, wie schon oben ausgeführt, die Vereinigung so vorgenommen, wie die schematische Zeichnung Fig. 26 und das Röntgenbild in Fig. 25b zeigen. Ich habe die Stufenbildung am einen Knochen in der frontalen, am anderen in der sagittalen Richtung vorgenommen und kann diesen Weg nur empfehlen.



Fig. 26. Schematische Zeichnung der Methode, die in Fig. 25 ausgeführt wurde.

Während die Resultate bei der Resektionsmethode an dem ein- wie zweiknochigen Gliedabschnitt im allgemeinen ausgezeichnete und ziemlich sichere sind, kann man dies für das Transplantationsverfahren nicht ganz ebenso sagen. Wenigstens gilt dies für die Pseudarthrosen nach Schußeiterungen, bei denen, wie schon bemerkt, die latente Infektion nicht ganz selten das Einheilen des Transplantats gefährdet. Immerhin ist der Prozentsatz der gelingenden Transplantationen, wenn die Wundheilung reizlos erfolgt, ein sehr hoher, und auch bei Erwachen einer ruhenden Infektion erleben wir nicht selten trotzdem ein Festwerden der Pseudarthrose.

Schließlich sei noch der mitunter nach gelungener Konsolidierung einer Pseudarthrose übrigbleibenden Verkrümmungen des Knochens gedacht, einer Kurvatur des Oberschenkels oder eines Crus varum des Unterschenkels. Nicht immer gelingt es, die Konsolidierung in ganz gerader Stellung des Knochens zu erreichen. In diesen Fällen heilt man zuerst die Pseudarthrose und korrigiert später die Verbiegung durch eine Osteotomie, die man aber natürlich nicht im Kallus oder Transplantat, sondern außerhalb desselben ausführt. Desgleichen sind den Knochen verlängernde Operationen, so am Oberschenkel, später noch möglich.

Die Defektschlottergelenke.

In engem Zusammenhang mit den eigentlichen Pseudarthrosen, zu denen ja, streng genommen, die oben besprochenen Knochendefekte auch nicht gehören, stehen ferner die durch Resektion oder Entsplitterung, also durch Knochendefekte verursachten Schlottergelenke. Bei ihnen sind vielfach die gleichen operativen Methoden wirksam wie bei den Pseudarthrosen.

Kniegelenk.

Nicht selten sehen wir die Fälle, in denen nach der Resektion der Gelenkkörper des Kniegelenks die angestrebte knöcherne Verschmelzung von Femur und Tibia ausgeblieben und ein durch ständige Zerrung bei Belastung oder auch bei Bewegung im Liegen schmerzhaftes Wackelgelenk entstanden ist. Infolge von Verlust des Ansatzes der Streckmuskeln kann das Gelenk nicht beherrscht und das Bein nicht belastet werden, so daß es so gut wie unbrauchbar ist. Wenn man es nicht in einen Schienenhülsenapparat stecken will, bleibt, da durch das Fehlen der Gelenkkörper und des Streckmuskelansatzes eine Rekonstruktion des Gelenks zunächst nicht in Frage kommt, nur die Versteifung zur Herstellung einer Stelze übrig. Durch Einbolzung des zapfenartig gestalteten Femurendes in eine entsprechende Vertiefung am entknorpelten und von Narbengewebe befreiten Tibiakopf gelang es mir, in allen Fällen in 4—6 Wochen unter Fixierung im Gipsverband die knöcherne Verschmelzung und damit ein belastungsfähiges Bein zu erreichen. Fig. 27a und b zeigen ein solches Knieschlottergelenk und die erreichte Verbolzung. Von ganz besonderer Mächtigkeit entwickelt sich bei der Kniebolzung nach Resektionsschlottergelenken am unteren Femurende ein periostaler Kallus, der wie ein Vorhang gewissermaßen auf den Tibiakopf herunterfließt und die Verschmelzung der beiden Knochen in 4—6 Wochen bewirkt (Fig. 27b). Die Operation ist einfach. Ein querer oder leicht bogenförmiger Schnitt an der Vorderfläche legte den Defektspalt frei, die Knochenenden werden voneinander gelöst, durch vorsichtiges Beugen des Beins an der Stelle des ehemaligen Kniegelenks gelingt die weitere Lösung und das Herausluxieren der Knochenenden. Das Beugen darf nicht brüsk geschehen, weil bei zackigen Knochenenden die Arteria poplitea in den zerklüfteten Knochen eingezogen sein und quer abreißen kann. Ich habe dies einmal gesehen. Durch Gefäßnaht konnte der Schaden repariert werden. Sind die Knochenenden gelöst, so erfolgt ihre Gestaltung und Verbindung, wie oben ausgeführt.

Hüftgelenk.

Auch das Hüftgelenk kann durch Schußverletzung so zerstört sein, daß ein Schlottergelenk entsteht. Sehr häufig scheint dieser Ausgang nicht zu sein. An und für sich sind die Hüftgelenksschüsse sehr schwere Verletzungen, die vielen das Leben kosten, und meistens führt die Zertrümmerung des Gelenks eher zu einer Ankylose in mehr oder minder erheblicher Kontrakturstellung als zu einem Schlottergelenk. Vielleicht sehen wir auch darum weniger Schlotterhüftgelenke, weil dies Gelenk

infolge größerer technischer Schwierigkeiten die Operationslust mehr in Schranken gehalten und die Frühentsplitterung bzw. Resektion, die



Fig. 27a. Resektionsschlotterkniegelenk. Seitliche Verschiebung.



Fig. 27b. Bolzung des zapfenförmigen Femurendes in eine Vertiefung des Tibiakopfes. Verschmelzung.



Fig. 28a. Hüftschlottergelenk nach Verlust des Caput und Collum femoris durch Schußverletzung.



Fig. 28b. Einstellung des Trochanterrestes in die freigemachte Pfanne.

an sich bei septischen Fällen gewiß indiziert ist, hintangehalten haben mag. Wenn der Gelenkkopf zerstört oder vom Hals getrennt ist, dann

entsteht das Bild der ungeheilten Schenkelhalsfraktur, wobei nicht selten der Femurrest sich infolge der Weichteilzerstörungen bei der Belastung an der Darmbeinschaufel hin- und herschiebt. Dies kann dem Patienten rechte Beschwerden machen. In einem 1915 veröffentlichten Falle habe ich bei erhaltenem Kopf die Pseudarthrose durch einen 10 cm langen vom Trochanter aus in den Kopf eingeschlagenen Stahlnagel zur Heilung gebracht. Lexer hat mit Knochenspänen, die er vom Trochanter aus eingetrieben hat, keine besonderen Erfahrungen gemacht; die Späne wurden arrodiert und brachen. Er empfahl deshalb die Entfernung des Kopfes, Abrundung des Femurendes und Annageln eines Knochenfirstes über dem oberen und hinteren Pfannenrand nach Abhebelung des dort befindlichen Periosts. Den Knochenfirst bildete er aus dem entfernten Kopf in Form einer daumendicken leicht gebogenen Spange. Das Femurende überkleidete er mit einem Fettlappen, um ein bewegliches Gelenk zu erhalten. Ich habe in einem Fall, in dem der Kopf reseziert war und der Trochanter sich bei jedem Tritt mehrere Zentimeter weit nach oben unter Beschwerden verschob, die Pfanne freigelegt, die sie ausfüllenden Narben entfernt und den entsprechend passend zugerichteten Trochanterrest, den ich mit einem gestielten Muskellappen aus dem Glutäus überkleidete, in die Pfanne bei leichter Abduktion eingestellt. Er blieb am Pfannenort und die Funktion war seitdem ausgezeichnet (Fig. 28a, b). Dazu blieb das Gelenk beweglich. Anschütz hat ebenfalls den Trochanter in die Pfanne gestellt und Versteifung des Hüftgelenks angestrebt.

Schultergelenk.

Am Schultergelenk sehen wir die schwersten Schlottergelenke durch Verlust des oberen Humerusendes entstehen. Oft ist auch noch der Deltoideus und der Nerv. axillaris zerstört.

Die Bewegungen des Armes im Schultergelenk sind völlig aufgehoben, der Arm hängt schlaff am Körper herunter. Meist sind die übrigen Muskeln erhalten, der Ellenbogen kann gebeugt und gestreckt, Hand und Finger bewegt werden, aber die Beschädigung des Schultergelenks setzt die Gebrauchsfähigkeit des Armes ganz außerordentlich herab.

Ich bin der Meinung, daß man in manchen Fällen das Schlottergelenk der Schulter verhüten kann. Ich habe in frischen Fällen von Defekt des oberen Humerusendes ohne Deltoideuslähmung oder Zerstörung, wo noch keine Fixierung des heruntergesunkenen Humerus durch die äußerst derbe Narbenentwicklung an einem Punkt weit unterhalb der Pfanne eingetreten war, den Humerusrest in die Gegend der alten Pfanne eingestellt und den Arm in horizontaler Stellung im Schultergelenk in Gipsverband oder Schiene für 6—8 Wochen gelagert. Dadurch verkürzen sich der entspannte Deltoideus und die Kapselreste bzw. Narben so, daß eine aktive Hebung des Armes bis fast zur Horizontalen erreicht werden kann. Ich habe darauf schon in Münch. med. Wochenschr. Nr. 5, 1916, hingewiesen.

Ist dieser Zeitpunkt versäumt, ist der Arm in der üblichen Mitella, diesem für fast jede Schultergelenksverletzung schädlichen Verband, herabgesunken, dann ist keine Hebung im Schultergelenk mehr möglich.

Man kann versuchen, die Gebrauchsfähigkeit des schlaff herabhängenden Armes durch eine orthopädische Bandage, die an Brust und Becken sich anstützt, zu verbessern. Sinnreiche Apparate dieser Art sind u. a. von Schede konstruiert worden.

Um aber eine aktive Bewegung des Schultergelenks zu erhalten, habe ich 1917 empfohlen, die aus der Kinderorthopädie bekannte, 1879 von Albert in die Heilwissenschaft eingeführte und namentlich bei paralytischen Schlottergelenken angewendete Arthrodese des Schultergelenks auch bei diesen schweren Defektschlottergelenken auszuführen. Ich lege in Plexusanästhesie das obere Humerusende durch einen ausgiebigen vorderen Längsschnitt frei und löse es aus seiner Narbenumgebung aus, was wegen der starken Verwachsungen oft recht mühsam ist. Vor brüsken Manövern ist auch hier wegen der Gefahr der Verletzung der großen Achselhöhlengefäße, die mit dem Kallus verwachsen sein und zu recht un-



Fig. 29a. Defekt des oberen Humerusendes. Schlotterschultergelenk. Besenförmige Aufsplitterung des Knochenendes.

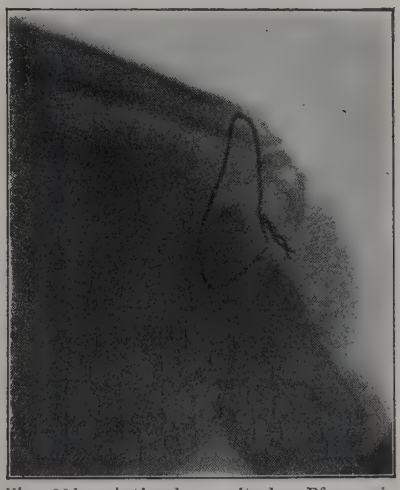


Fig. 29b. Arthrodese mit der Pfanne in Abduktion von 70°.

angenehmen Zufällen führen können, zu warnen. Dann säge ich das zerklüftete, zackige, mit Höhlen durchsetzte obere Humerusende quer im Gesunden ab genau wie bei der Herrichtung der Knochenenden bei der Pseudarthrose, lege die meist mit derben Narben ausgefüllte Gelenkpfanne frei, entferne allen Knorpel und frische sie mit dem Meißel an. Ebenso wird die Unterfläche des Akromion und das Humerusende an seiner lateralen Seite angefrischt, indem an ihm eine Art Stufe gebildet wird. Dann bringe ich den so gestalteten Humerusrest an den Pfannenort. Bei annähernd rechtwinkliger Stellung zum Thorax werden alsdann Pfanne und Humerus durch eine kräftige Drahtnaht durch den Pfannenhals unter starkem Anpressen an die Pfanne miteinander verbunden. Eine weitere Sicherung gebe ich entweder durch ein Durch-

BOSTON MEDI...
JAN 25 1922
...LIB...

führen der Drahtnaht durch das Akromion oder das periphere Klavikulaende, oder durch eine zweite Drahtnaht, mit der die angefrischten Flächen von Akromion und seitlichem Humerusende fest gegeneinandergezogen werden. Aus der überschüssigen stark gefalteten Haut wird ein größerer Zwickel geschnitten. Ein Brust-Armgipsverband in rechtwinkliger Abduktion des Schultergelenks wie bei Oberarmpseudarthrose fixiert die gegebene Stellung für 8—10 Wochen. Ich habe diese Operation bisher 14mal, oft gleichzeitig mit der Entfernung von Sequestern, vorgenommen. Fig. 29 und 30 zeigen Beispiele dessen, was man mit der Operation erreichen kann.

Die Patienten benötigen vorher getragene Schienenhülsenapparate, die sie sehr belästigen und keine aktive Beweglichkeit im Schultergelenk ermöglichen, nicht mehr. Teils tritt knöcherne, teils fibröse Ankylose zwischen Schulterblatt und Humerus ein, und der Patient hebt den Arm durch Drehung seines Schulterblattes. Von verschiedenen Seiten sind Mitteilungen



Fig. 29c. Ruhehaltung des Arms nach der Arthrose.

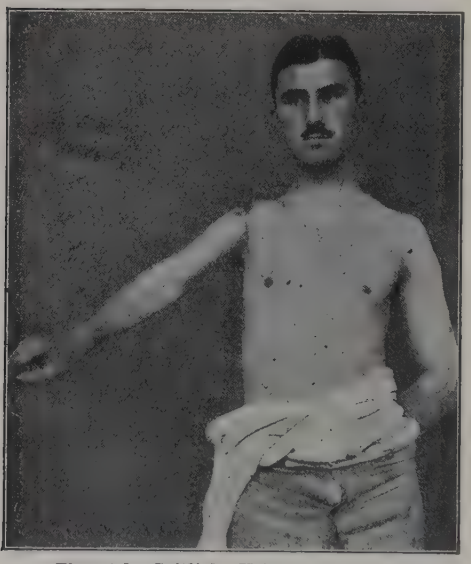


Fig. 29d. Seitliche Hebung des Arms.



Fig. 29e. Seitliche Hebung des Arms bei Ellenbogenbeugung.

gekommen, daß dieser Weg auch von anderen Orthopäden und Chirurgen eingeschlagen wurde. So rät Anschütz-Kiel zu dieser Operation bei den schweren Schulterschlottergelenken infolge Defektes des oberen

Humerusendes, und zwar verkeilt er das zugespitzte Humerusende zwischen Akromion und Korakoid oberhalb des ausgehöhlten Pfannenrandes und Pfannenhalses. Lange-Hamburg aus Grissons Schule empfiehlt ebenfalls die Methode, indem er besonders und mit Recht betont, daß die Voraussetzung dafür die Intaktheit der Arm- und Schulterblattmuskulatur und das Fehlen schwererer Nervenlähmungen am Arme ist. Auch v. Frisch-Wien, Erlacher-Wien und Machol-Erfurt berichten über günstige Erfolge mit dem Verfahren, das in der Tat für diese Schwerbeschädigten einen großen Nutzen bedeutet und ihre Arbeitsfähigkeit zu einem großen Teil wiederherstellen kann.

König-Würzburg ging einen etwas anderen Weg. Anstatt eine Arthrodese, eine feste knöcherne oder fibröse Verbindung von Oberarm



Fig. 30a. Defekt des oberen Humerusendes. Schlotterschultergelenk.

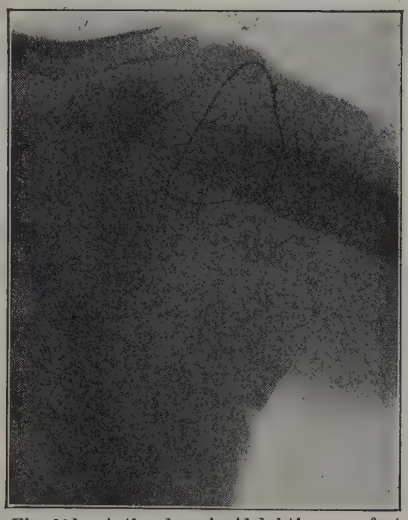


Fig. 30b. Arthrodese in Abduktion von fast 90°.

und Schulterblatt zu bilden, strebte er eine Festigung des Schlottergelenks bei Erhaltung seiner Beweglichkeit an. Er bildete aus dem oberen Humerusende einen gestielten Periostknochenlappen, einen ebensolchen aus dem Akromion, drehte beide um 180° und wechselte sie aus, indem der Humeruslappen in einer Rinne des Akromion, der des Akromion in einer Rinne des Humerus mit einem Draht befestigt wurde. Die Operation kann natürlich nur bei gut erhaltener Schultermuskulatur, vor allem dem Deltoideus, in Betracht kommen. Meist sehen wir aber diesen selbst oder den ihn versorgenden Nervus axillaris zerstört.

Ellenbogengelenk.

Auch das Ellenbogengelenk ist häufig durch Resektion der zertrümmerten Gelenkenden zu einem unbrauchbaren Schlottergelenk geworden. Bald ist es das halbe oder das ganze Humerusgelenkende, bald das Olekranon samt Radiusköpfchen, die verloren gegangen sind. Immer sind diese Schlottergelenke für ihre Besitzer fast oder ganz unbrauchbare Gelenke geworden. Der Patient ist gar nicht oder nur mühsam imstande, den Ellenbogen zu beugen oder zu strecken, er kann

den Arm zu keiner Hantierung benützen, er hat bisweilen sogar noch lebhafte Schmerzen bei passiven Bewegungen durch Zerrung oder Quetschung der Nerven durch die losen Knochenenden in der ehemaligen Gelenkgegend. Will er den Arm seitlich ausgestreckt halten, so fällt er kraftlos herab, will er ihn beugen, so versagt die Kraft, obwohl die Muskulatur des Oberarms meist in keinem schlechten Zustand ist. Während nun bei den oben besprochenen Schlottergelenken an Schulter und Knie die Therapie in der Herstellung einer knöchernen Verbindung zweier Knochen besteht, wobei am Knie auf die Gelenkbildung verzichtet werden muß und am Schultergelenk das gleichfalls zu verödende Gelenk durch die Drehung der Skapula ersetzt wird, wobei also die im ersten Teil dieser Arbeit besprochenen und begründeten Methoden der Knochenvereinigung angewendet werden, bin ich bei den Ellenbogenschlottergelenken meist einen anderen Weg gegangen.



Fig. 30c. Maximale Hebung des Armes vor der Operation.

Bisher hat man zur Verbesserung dieses recht unangenehmen Zustandes die künstliche Versteifung des Armes im Ellenbogen in etwa rechtem Winkel ausgeführt, indem man entweder einen im Ellenbogen festgestellten Schienenhülsenapparat gab, oder indem man die operative Arthrodese im Ellenbogengelenk ausführte. Man



Fig. 30d. Seitliche Hebung nach der Arthrodese.

sieht, daß viele mit einer knöchernen Versteifung des Ellenbogens ausgeheilte Verwundete, vorausgesetzt, daß die Versteifung in einer für den Gebrauch günstigen, d. h. etwa rechtwinkeligen Stellung erfolgt ist, gar nicht so schlecht daran sind, wenn nur Schulter-, Hand- und Fingergelenke in Ordnung sind und keine schwere Nervenverletzung

die Kraft und Geschicklichkeit beeinträchtigt. Freilich erscheint dem Orthopäden dies nicht als die bestmögliche und endgültige Lösung der Frage. Die Wiederherstellung einer brauchbaren Gelenkverbindung muß sein Ziel sein. So wie es infolge der grundlegenden Arbeiten von Helferich, Payr, Lexer, Enderlen u. a. gelingt, die Ankylosen des Ellenbogens operativ anzugehen und durch Lösung mit dem Meißel und Zwischenlagerung von lebendem Gewebe das Gelenk wieder herzustellen, so muß man sich fragen, ob es nicht auch umgekehrt gelingt, in geeigneten Fällen von Schlottergelenken des Ellenbogens das Gelenk wieder herzustellen, indem man es wieder fester macht.

Ich habe dieses Ziel auf folgende Weise zu erreichen versucht: Die Schlottrigkeit dieser Ellenbogengelenke wird einmal durch den ganzen oder teilweisen Verlust der Gelenkenden der Knochen samt dazu gehörigem Bandapparat, dann aber zum nicht geringen Teil durch den Verlust des Ansatzes der das Gelenk bewegenden Muskeln, und zwar meist oder fast immer des Streckmuskels bedingt. Aber auch da, wo der Muskelansatz vorhanden ist, wie beim Bizeps und Brachialis, können diese Muskeln gleichwohl nicht funktionieren, weil die verstümmelten Gelenkenden nicht in normaler Weise miteinander verbunden, sondern zueinander verschoben sind. Meist steht infolge des einseitigen Zuges der Beuger bei Verlust des Ansatzes des Streckmuskels das Ulnaende in Subluxations- oder Luxationsstellung vor dem Humerusende. Es fehlt eine fixierte Achse, um die die gleitende Bewegung der Ulna stattfinden könnte. Die Muskelkraft des Bizeps wird, ohne eine andere Wirkung als die der Vermehrung der Luxationsstellung zu erzielen, verbraucht.

Es handelt sich also darum, das Gelenk neu zu konstruieren, eine Artikulierung der Gelenkenden herzustellen und die verloren gegangenen Muskelansätze zu ersetzen. Diese Aufgabe ist nicht in allen Fällen durchführbar. Wo die Gelenkenden sehr erheblich zerstört sind, wo z. B. der Gelenkfortsatz des Humers ganz fehlt, keine Verbreiterung des Schaftendes, sondern nur noch ein spitzes oder rundes Knochenende vorhanden ist, läßt sich nicht das erreichen, was bei anderen, weniger mitgenommenen Gelenken möglich ist. Der Gang der Operation, die ich in 9 Fällen ausführte, ist der, daß ich in Plexusanästhesie durch einen Längsschnitt an der Hinterseite der Ellenbogengegend das abgerissene Trizepsende sorgfältig freipräparierte und etwa 4—5 cm weit zentralwärts vom Humerus ablöse. Dann werden die vorhandenen Knochenenden freigelegt und je nach Befund verfahren. Das Röntgenbild in 2 Ebenen erlaubt meist vorher, einen genauen Plan aufzustellen. Entweder gelingt es, einen noch teilweise vorhandenen Olekranonhaken mit einem Rest des Humerusendes in Verbindung zu bringen, indem man an der Hinterseite desselben mit dem Meißel eine kleine Fovea olecrani neu anlegt, oder man muß den Ulnarest hakenförmig zurechtformen, oder man kann bei Verlust des ganzen zentralen Ulnaendes in der Not auch das allein übriggebliebene Radiusköpfchen, wie ich in einem Falle tat, hakenförmig umgestalten, um mit ihm die Artikulation zu bewerkstelligen, oder schließlich verbindet man Olekranon und Humerusende bei Fehlen des ganzen Gelenkfortsatzes des Humerus mit einem Bronzedrahtring zur sicheren Führung

des Gelenks miteinander. Wo ich den Knochen anfrischte, habe ich freitransplantierte Fascia lata über denselben gelegt, um eine Verwachsung der beiden wieder in Verbindung gebrachten Knochen zu vermeiden. Vielleicht ist dies nicht immer nötig, weil die Verknöcherungstendenz bei diesen geschädigten Knochen oft eine sehr herabgesetzte zu sein scheint, da Versuche, die Arthrodese herbeizuführen, bisweilen daran fehlschlugen. Auch kann eine aus dem angefrischten Humerusende einsetzende Kallusproduktion zur Verbreiterung desselben führen und der Festigung des Gelenks dienen, weshalb ich in den späteren Fällen auf die Ueberkleidung des Humerusendes absichtlich verzichtet habe. Ist das Gelenk soweit rekonstruiert, daß die Knochen zusammengepaßt sind, wird ein freitransplantierter Faszielappen über die Hinterfläche

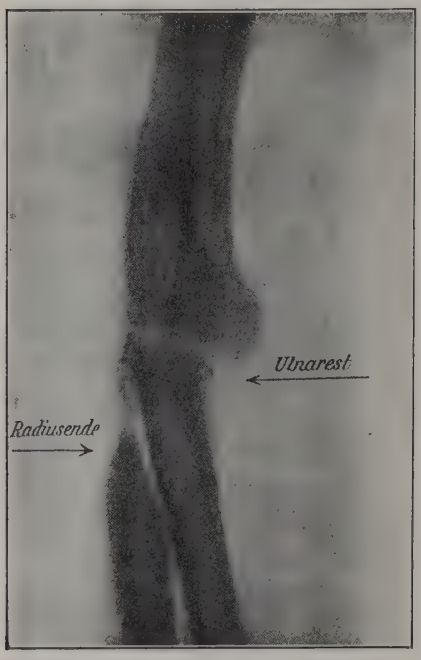


Fig. 31a. Ellenbogenschlottergelenk nach erheblicher Zerstörung der Gelenkkörper.

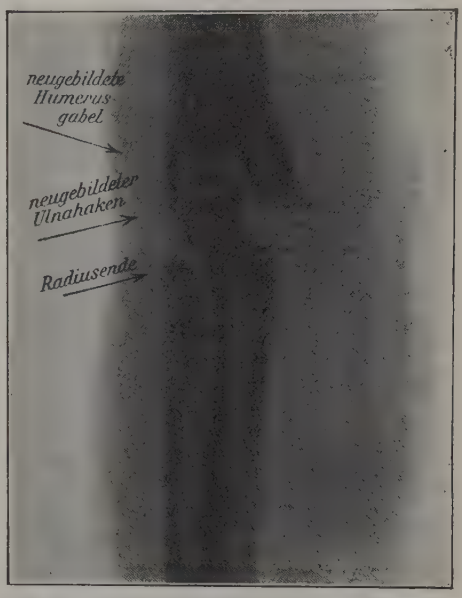


Fig. 31b. Nach gabelförmiger Umgestaltung des Humerusendes und Bildung eines Olekranonhakens Zusammensetzung des Gelenkes unter Vernähung des Trizeps am Olekranon.

und die Seitenflächen des neuen Gelenks gelegt. Er wird an dem Periost der das Gelenk zusammensetzenden Knochen und der umgebenden Weichteile, in straffer Spannung fest vernäht zum Ersatz der alten Gelenkkapsel, und zwar bei Streckstellung des Ellenbogengelenks, um eine entsprechende Verkürzung der hinteren Gelenkpartien zu erzielen. Nun wird der verlorengegangene Ansatz des Trizeps ersetzt. Das isolierte und etwas mobilisierte Trizepsende wird über die ganze hintere Gelenkpartie ausgebreitet und unter Anspannung an dem neugebildeten Olekranon — oder, falls dies fehlt, am Radiushaken — in der erwähnten Streckstellung des Gelenks an einer möglichst breiten Ansatzfläche fest vernäht. In die das Olekranon überkleidende überpflanzte Faszie wird zu diesem Zweck ein Längsschlitz gemacht, um den Trizeps direkt mit dem Knochen zur Verwachsung zu bringen. Es folgt Naht

der oberflächlichen Faszie und Haut und ein Gipsverband für 5—6 Wochen in Streckstellung des Ellenbogens. Die Wunde wird von einem Fenster aus versorgt. Erst nach dieser Fixationsperiode beginne ich mit den aktiven Bewegungen, später erst, um Ueberdehnung zu verhüten, vorsichtig mit passiver Dehnung durch Schedesche Mobilisationsschiene usw. Ich erreiche so in 6—8 Wochen unter Medikomechanik und Galvanisation der Muskeln eine Beugung bis zum rechten Winkel und darüber.



Fig. 31c. Durch die Operation erzielte aktive Beugung.

Die Hauptsache ist die Funktion des Trizeps, der das Gelenk von hinten her zusammenhält, eine Reluxation des Vorderarms nach vorn verhindert und eine Führung des Gelenks bei der Beugung bewirkt. Es ist erstaunlich, wie die nunmehr erst wieder zur Wirkung kommenden Muskeln (Bizeps und Trizeps) in kurzem an Kraft und Umfang zunehmen. Durch Röntgenbilder kontrolliert man die Stellung der Gelenkenden von Zeit zu Zeit. Die früher vorhandenen Schmerzen bei Bewegungen nehmen ab, und eine wesentliche Vermehrung der Gebrauchfähigkeit des Armes tritt ein. Das einzige, was fehlt, und was nicht immer ganz zu ersetzen ist, ist die seitliche Festigkeit des Gelenks. Wohl ist die seitliche Beweglichkeit durch die das Gelenk wiederherstellende Operation viel geringer geworden als sie war, so daß der Patient den Arm jetzt auch seitlich gestreckt hinaushalten kann, während der Vorderarm zwischen Pronation und Supination in der Mitte steht, aber was hier noch an seitlicher Festigkeit fehlt, kann dnrch eine leichte, mit Gelenk versehene Schiene aus schmiegsamem Federbandstahl ersetzt werden. Der Patient hat dann den Vorteil,



Fig. 31d. Durch die Operation erzielte aktive Streckung.

wieder ein ziemlich frei zu bewegendes Gelenk zu besitzen, das er mit verhältnismäßig guter Kraft benutzen kann.

Am günstigsten sind die Fälle mit etwas breiterem Ende des Humerus. Ist das Humerusende zugespitzt, so hat Moszkowicz-Wien, der zu gleicher Zeit wie ich die operative Besserung der Schlottergelenke in ähnlicher Weise in Angriff genommen hat (Bruns' Beitr. z. klin. Chir. Bd. 31, H. 7, 1917), das untere Humerusende gabelartig umgeformt, um eine bessere Führung für das Ellenende zu schaffen. Ich habe dies nachgeprüft und sehe darin eine Verbesserung der Methode. Auch Moszkowicz hat einen Bronzedrahtring in manchen Fällen benutzt, während Jenckel die Knochenstümpfe mit Faszien-dochten verband und ein gutes funktionelles Resultat erzielte. Von Eden liegt ebenfalls ein Bericht über eine Gelenkplastik bei Schlottergelenk vor.

Auch den Lexerschen Vorschlag, bei spitzem Humerusende eine neue Gabel durch Ansetzen von Gabelzinken aus Knochenstücken zu bilden, habe ich einmal ausgeführt. Die Resultate, die man mit der Rekonstruktion des Ellenbogengelenks durch das Verfahren, das ich in Münch. med. Wochenschr. Nr. 18, 1917, veröffentlicht habe, erreichen kann, zeigt ein Beispiel in Fig. 38. Ich empfehle diese Methode bei geeigneten Fällen von Schlottergelenken des Ellenbogens. Selbstverständlich gelingen nicht alle Fälle, namentlich wenn latente Infektion besteht. Es läßt sich aber meist ein im Ellenbogen bewegliches, aktiv mit nicht unerheblicher Kraft beugbares und streckbares Gelenk erzielen, ein Gelenk, das den Mangel der seitlichen Bewegung an sich trägt, der aber durch eine im Ellenbogen gelenkige leichte Bandage behoben werden kann.

Zusammenfassung.

Meine Beobachtungen und Anschauungen möchte ich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Die Frühentsplitterung der Schußbrüche ist die wichtigste und häufigste Ursache der Pseudarthrosen der Kriegsverletzten, soweit dieselben mit größeren Knochendefekten verbunden sind.

2. Bei den Fällen ohne größeren Knochendefekt ist als Hauptursache der Pseudarthrosen mangelhafte Fixierung der Frakturen im Frühstadium in Verbindung mit der die osteogenetischen Gewebe des Knochens schädigenden Eiterung anzusehen.

3. Die aussichtsreichste Behandlung ist die chirurgische.

4. Die Pseudarthrosen an der einknochigen Extremität verlangen meist ein anderes Vorgehen als die an der zweiknochigen.

5. Bei den ersteren besteht die Behandlung in erster Linie in reichlicher Anfrischung der Knochenenden, deren durch eine deckelartige Kompaktaschicht verschlossene Markhöhle eröffnet werden muß. Es sind breite Berührungsflächen mit genügender osteoplastischer Fähigkeit zu schaffen, die miteinander fest verbunden werden müssen.

5. In der Nachbehandlung ist möglichst frühzeitig auf die funktionelle Belastung durch aktive Bewegung bei gleichzeitiger Fixierung Wert zu legen.

7. An der Konsolidierung sind sowohl periostaler wie endostaler Kallus beteiligt. Der letztere ist namentlich bei seitlicher Eröffnung der Markhöhle röntgenologisch deutlich sichtbar.

8. In der Mitte des Knochens genügt vielfach die quere Gestaltung der Knochenenden zur Knochennaht, bei porösen Knochen und in der Nähe der Gelenkenden ist die treppenförmige Formung oder die Verfalzung wegen der größeren Festigkeit der Verbindung vorzuziehen.

9. Erst durch die Heilung der Pseudarthrose wird eine Mobilisierung der benachbarten Gelenke ermöglicht.

10. Das Vorgehen bei den Pseudarthrosen an der doppelknochigen Extremität muß wegen des nicht pseudarthrotischen Sperrknochens ein anderes sein.

11. Es kommt hier entweder die freie Einpflanzung eines Knochenspans oder die Verkürzung mit Knochennaht in Betracht.

12. Das Knochentransplantat soll Periost und Mark, die beiden knochenbildenden Faktoren, enthalten.

13. Die sichere Einfügung des Transplantats in sein gut angefrischtes Lager, wobei Markhöhle an Markhöhle liegen soll, ist die wesentlichste Vorbedingung für seine Einheilung.

14. Die Ernährungsbedingungen des Transplantats durch die Entnahme des Knochenstücks vom selben Knochen und Eindrehung in den Defekt um 180° an einem Perioststiel scheinen günstige zu sein. Dieses Verfahren eignet sich für Tibia und Ulna.

15. Die Verkürzung des Knochens mit folgender Knochennaht ist in bestimmten Fällen ein sichereres und einfacheres Verfahren als die Knochentransplantation, besonders bei Pseudarthrose beider Knochen.

16. Als sicherste Verbindungsmethode empfehle ich hierbei die stufenförmige Gestaltung der Knochenenden, wobei ich dieselbe, um Verschiebungen zu verhüten, am einen Knochen in der frontalen, am anderen in der sagittalen Richtung vornehme.

17. Bei den durch Knochendefekte entstandenen Schlottergelenken empfehle ich am Kniegelenk die Bolzung des Femurendes in den Tibiakopf, am Hüftgelenk Einstellung des Trochanterrestes in die freigemachte Pfanne, am Schultergelenk die Arthrodese des Humerus mit der Skapula, am Ellenbogengelenk die Rekonstruktion der Gelenkverbindung, unter teilweiser Umformung der Gelenkkörper und Wiederherstellung der Muskelansätze nach Moszkowicz und Hohmann.

Literatur.

1. Albee, A further report of original uses of the bone graft as a treatment for unites fractures, certain deformities and Pott's disease. Pasific. med. journal 1913. Nov., Vol. 56, Nr. 11.

2. Derselbe, Knochentransplantationen bei Behandlung von Pseudarthrosen. Münch. med. Wochenschr. 1914, S. 1302.

3. Anschütz, Ueber die Behandlung von Schultergelenken nach Schußverletzungen. Münch. Med. Wochenschr. Nr. 10, 1918. Ref. Med. Ges. Kiel.

4. Axhausen, Die pathologisch anatomischen Grundlagen der Lehre von der freien Knochentransplantation beim Menschen und beim Tiere. Beihefte zur Med. Klinik 1908, Heft 2.

5. Derselbe, Die histologischen und klinischen Gesetze der freien Osteoplastik auf Grund von Tierversuchen. Archiv f. klin. Chir. Berlin 1908, Bd. 88, H. 1.

6. Derselbe, Histologische Untersuchungen über Knochentransplantation am Menschen. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 91. 1907, 3. u. 4. H.

7. Derselbe, Die Periosteinschnitte bei der freien Knochentransplantation. Zentralbl. f. Chir. Nr. 10, 1919.

8. Baeyer, v., Fremdkörper im Organismus. Beiträge z. klin. Chir. Bd. LXX, H. 1. Tübingen, Verlag d. Lauppschen Buchhandl. 1910.

9. Bahrfurth, D., Regeneration und Transplantation. Ergebn. d. Anat. und Entwicklungsgeschichte. 22. Bd. 1914.

10. Barth, Ueber histologische Befunde nach Knochentransplantation. Arch. f. klin. Chir. Bd. 46, 1893.

11. Derselbe, Ueber Osteoplastik in histologischer Beziehung. Archiv f. klin. Chir. Bd. 48, 1894.

12. Derselbe, Zur Frage der Vitalität replantierter Knochenstücke. Berl. klin. Wochenschr. 1894, Nr. 14.

13. Derselbe, Histologische Untersuchungen über Knochentransplantation. Zieglers Beitr. Bd. 17, 1895.

14. Derselbe, Ueber künstliche Erzeugung von Knochengewebe und über die Ziele der Osteoplastik. Berl. klin. Wochenschr. 1896, Nr. 1.

15. Derselbe, Nochmals zur Frage replantierter Knochenstücke. Archiv f. klin. Chir. Bd. 54, 1897.

16. Derselbe, Zur Frage des Verhaltens austrepanierter und wieder eingeheilter Schädelstücke. Deutsche med. Wochenschr. 1897, Nr. 52.

17. Berard, L., De la greffe osseuse dans le traitement des pertes de substance du tibia par traumatisme de guerre. Presse méd. 1918, H. 13, März 4.

18. Berg and Thalheimer, Regeneration of bone. Annals of surgery 1918, Nr. 3, März.

19. Bergel, Die Behandlung der verzögerten Kallusbildung und der Pseudarthrosen mit Fibrininjektion. Med. Klinik 1915, S. 1413.

20. Derselbe, Weitere Erfahrungen über die Behandlung der verzögerten Kallusbildung und von Pseudarthrosen mit subperiostaler Fibrininjektion. Münch. med. Wochenschr. Nr. 39, 1917.

21. Bier, Die Bedeutung des Blutergusses für die Heilung des Knochenbruches. Heilung von Pseudarthrosen und von verspäteter Kallusbildung durch Bluteinspritzung. Med. Klinik 1904, Nr. 1, 2.

22. Bier, Beobachtungen über Regeneration. Deutsche med. Wochenschr. 1917, 18. Abhandl. 2, 5, 6, 10, 12, 13.

23. Bier, Diskussion Münch. med. Wochenschr. Nr. 8, 1920, S. 222.

24. Böhler, Zur Errichtung von Spezialabteilungen für Knochenschußbrüche und Gelenkschüsse. Münch. med. Wochenschr. Nr. 51, 1917.

25. Borst, Das pathologische Wachstum. Pathol. Anatomie v. Aschoff. Bd. 1. 2. Aufl.

26. Brown, Further observations on the fate of free bone transplantation. Journal of the American med. Assoc. Vol. 65, Nr. 12, S. 1007, 1915.

27. Brun-Luzern, Die chirurgische Behandlung der Pseudarthrose. Zentralbl. f. Chir. Nr. 44, 1917.

28. Brun, Ueber das Wesen und die Behandlung der Pseudarthrosen. I. und II. Teil. Rascher-Zürich, 1918/19.

29. Cohn und Mann, The repair of fractures. Surgery gynecol. and obstetrics. Vol. XX, Nr. 6, Juni 1915.

30. Crone, E., Osteoplastische Operationen bei Pseudarthrosen oder bei größeren Knochendefekten am Vorderarm. Münch. med. Wochenschr. Nr. 34, 1916.

31. Derselbe, Zur osteoplastischen Behandlung großer Tibiadefekte. Münch. med. Wochenschr. 1917. Nr. 48.

32. Davis and J. Hunnicut, The osteogenic power of periosteum: with an not on bone transplantation to experimental study. Bull. of the Jones Hopkins' hosp. Vol. 26, Nr. 289, S. 69, 1915.

33. Dax, Ueber die Beziehungen der Zirkulationsstörungen zur Heilung von Frakturen der langen Röhrenknochen mit besonderer Berücksichtigung der Arteria nutritia. Bruns' Beitr. Bd. 104, H. 2, 1917.

34. Eden, Gelenksplastik. Jena, 23. Nov. 1916.

35. Erlacher, Ph., Schulterarthrodesen. K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien. Sitzung vom 1. Februar 1918. Wiener klin. Wochenschr. 1918, Nr. 7.

36. Franke, Ueber Pseudarthrosenbehandlung auf Grund von 18 operativ geheilten Fällen. Münch. med. Wochenschr. 1917, Nr. 40.

37. Frisch, v., Ueber Pseudarthrosen des Oberarms nach Schußfrakturen und Defekt eines großen Teils des Humerusschaftes. Münch. med. Wochenschr. 1916, S. 1700.

38. Derselbe, Ueber Pseudarthrosen. Münch. med. Wochenschr. 1917, Nr. 48.

39. Fujinami, Akiva, Ueber die Gewebsveränderungen bei der Heilung von Knochenfrakturen. Zieglers Beitr. 29, S. 464/65.

40. Garré, Transplantation in der Chirurgie. Verhandl. Naturforscher und Aerzte. 78. Versammlung 1907, Stuttgart.

41. Geiges, Die Pseudarthrosen der langen Röhrenknochen nach Schußfraktur und ihre Behandlung. Münch. med. Wochenschr. Nr. 17, 1917.

42. Gill, Transplantation of entire bones with their joint surfaces. Annales of surgery, Juni 1915, Nr. 6.

43. Guleke, Ueber Pseudarthrosen. Münch. Med. Wochenschr. 1916, S. 265.

44. Derselbe, Ueber die Pseudarthrosen der langen Extremitätenknochen nach Schußfrakturen. Archiv f. orthopäd. und Unfallchirurgie, Bd. 16, H. 2, 1918.

45. Heitz-Boyer, Esquilletomie et reparation des pertes substance. Congres de Chirurgie, 11. Okt. 1918.

46. Heitz-Boyer et Scherkewitsch, Du processus de régénération osseuse chez l'adulte, C. R. tome 165, p. 513.

47. Derselbe, Congres de chirurgien, Okt. 1918.

48. Henderson, The transplantation of bone in united fractures of the shaft of the humerus. Annales of surgery 1916, Nr. 4, April.

49. Hohmann, Lange, Schede, Kriegsorthopädie. Münch. med. Wochenschr. Nr. 5, 6, 7, 8, 1916.

50. Hohmann, Zur operativen Besserung der durch Resektion entstandenen Schlottergelenke des Ellenbogens. Münch. med. Wochenschr. Nr. 18, 1917.

51. Derselbe, Ueber Pseudarthrosen und durch Knochendefekte bedingte Schlottergelenke. Münch. med. Wochenschr. 1919, Nr. 19, S. 501—503.

52. Jenckel, Durchbohrung der Knochenstümpfe und Verbindung mit Fasziendocht. 12. Dezember 1916. Hamburger Aerztl. Verein.

53. Jäger, Gustav, Ueber das Längenwachstum der Knochen. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturwiss. Bd. 5, 1870.

54. Kapsammer, Zur Frage der knorpeligen Kallusbildung. Virch. Archiv Bd. 152, 1898, S. 157.

55. Kausch, Ueber Knochenersatz. Beitr. z. Transplantation des toten Knochens. Laupp, Tübingen 1910. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 68, H. 3.

56. Kohler, Ueber die Behandlung von Knochenbrüchen mit Röntgenstrahlen. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 147, H. 1—2.

57. König, Ueber die Operation des Schlottergelenks der Schulter nach Schußverletzung. Archiv f. orth. u. Unfallchirurgie, Bd. 16, H. 3, 1919.

58. Lange, Ueber die Behandlung der Spondylitis. Jahreskurse f. ärztl. Fortbildung 1910, H. 9.

59. Lange, K., Ueber die Behandlung der Schultergelenkschüsse. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 138, H. 3, 1916.

60. Läwen, Archiv f. klin. Chir. 1909, Bd. 90, H. 1.

61. Leriche und A. Policard, Le Périoste et son role dans la formation de l'os. Presse méd. 1918, H. 16, März 1918.

62. Lexer, Operation der Schenkelhalsfraktur. Naturwiss. Gesellschaft Jena. 14. Juni 1917.

63. Derselbe, Ueber Behandlung der Pseudarthrosen. Hauptversammlung der Prüfstelle für Ersatzglieder. Berlin 23. Jan. 1918. Archiv f. orthop. und Unfallchirurgie Bd. 16, H. 2, 1918, S. 304—320. Aussprache: Hohmann, Ringel, Ludloff, Spitzy, Brun, Bier, Wullstein, Anschütz, Franke, Guleke, Kölliker, Wierzejewski ebendaselbst.

64. Derselbe, Wiederherstellungschirurgie. Erster Abschnitt: Beseitigung von Gewebsdefekten. Leipzig, Verlag von Ambrosius Barth, 1919.

65. Derselbe. Die Verwendung der freien Knochenplastik nebst Versuchen über Gelenkversteifung und Gelenktransplantation. Arch. f. klin. Chir. Bd. 86, H. 4, 1918.

66. Derselbe, Transplantation. Verhandlg. d. Deutschen Gesellschaft f. Chir. 1911.

67. Lewis, Some observations an bone transplantation. Surgery, gynecology and obstetrics. Vol. 20, Nr. 6, Juni 1915.

68. Lobenhoffer, Beitr. z. klin. Chir. 1911, Bd. 70.

69. Machol, Die Gelenkbindung, insbesondere die Arthrodese in der Kriegschirurgie. Bruns' Beitr. z. klin. Chir. Bd. 114, H. 2, 1919.

70. Marchand, Prozeß der Wundheilung. Stuttgart, Enke 1901.

71. Mayer und Wehner, Neue Versuche zur Frage der Bedeutung der einzelnen Komponenten des Knochengewebes bei der Regeneration und Transplantation von Knochen. Archiv. f. klin. Chir. Bd. 103, H. 3, 1914.

72. Mayer, Leo, Die Vorgänge in dem autoplastischen Knochentransplantat nach Operationen im Menschen. Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd. 38, H. 3/4, 1918, S. 578 ff.

73. Moore, J. E., Operative treatment of bad results after fracture. Surgery, gynecology and obstetrics Vol. XXI, Nr. 5, November 1915.

74. Moszkowicz, Arthroplastik. Bruns' Beitr. z. klin. Chir. Bd. 31, H. 7, 1917.

75. Murphy, Journal of Americ. med. Assoc. 7. April 1912.

76. Ollier, De l'osteogenes chirurgicale. Verhandlg. des 10. intern. med. Kongresses, Berlin 1891.

77. Derselbe, Journal de la physiologie, 1895, T. 2.

78. Derselbe, Mem. de la société de biolog. 1859.

79. Partsch-Breslau, Ueber Knochenverpflanzung. Berl. klin. Wochenschr. Nr. 20, 1918.

80. Petroff, Ueber Pseudarthrosenbehandlung. Zentralbl. f. Chir. Nr. 35, S. 1423.

81. Pommer, G., Ein anatomischer Beitrag zur Kenntnis des Wachstums im Bereich angeborener Defekte. Archiv f. Entwickl.-Mech., 22, 1906, S. 431/35.

82. Derselbe, Zur Kenntnis der mikroskopischen Befunde bei Pseudarthrosen. Wiener klin. Wochenschr. Nr. 11, 1917.

83. Quervain, de (Christen, Iselin, Zuppinger), Kurzgefaßte Lehre von den Knochenbrüchen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Mechanik und Biologie. Leipzig, Vogel 1913.

84. Reichel, Behandlung von Pseudarthrosen infolge Knochendefekt durch Verpflanzung von Haut-Periostknochenlappen. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 138, H. 5, 6, S. 321.

85. Recklinghausen, Ueber normale und pathologische Architekturen der Knochen. Deutsche med. Wochenschr. 1893, Nr. 21.

86. Rigal und Vignal, Sur la formation du cal 1880.

87. Rimeck, Pseudarthrosenbehandlung. Inaug.-Diss. Leipzig 1896.

88. Roux, Der Kampf der Teile im Organismus. Leipzig 1881. Gesammelte Abhandlungen.

89. Sasaki, Ueber die Behandlung von Pseudarthrosen durch Injektion von Periostemulsion. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 109, H. 5—6. Maill.

90. Schloffer, Pseudarthrose und Knochendefekte. Med. Klinik 1916. S. 376.
91. Schmidt, M. B., Der Bewegungsapparat. Pathol. Anat. v. Aschoff. Bd. 2.
92. Schmieden, Auswechslung der Fragmente bei Pseudarthrose der Clavicula. Zentralbl. f. Chir. Nr. 5, 1918.
93. Schöne, Die heteroplastische und homöoplastische Transplantation. Berlin 1912.
94. Spitzy und Hartwich, Erste Versorgung bei Knochenbrüchen und Pseudarthrosen. Med. Klinik 1915. S. 1106.
95. Stöhr, Lehrbuch der Histologie.
96. Stubenrauch, Experimentelle und klinische Untersuchungen über die Kallusbildung an den platten Knochen mit besonderer Berücksichtigung der Schädelknochen. Inaug.-Diss. Würzburg 1887.
97. Sudeck, Ueber die chirurgische Behandlung der Pseudarthrosen. Deutsche med. Wochenschr. 1917, H. 6, S. 169.
98. Derselbe, Pseudarthrosen. Aerztl. Verein Hamburg, 31. Okt. 1916.
99. Derselbe, Die drei Bedingungen der Frakturheilung als Grundlinie der Pseudarthrosenbehandlung. Zentralbl. f. Chir. Nr. 22, 1919, S. 402.
100. Sultan, Ueber die Einpflanzung von toten Knochen in indifferente Weichteile, allein oder in Verbindung mit Periost. Verhandlung der Deutschen Gesellschaft f. Chir. 1902, 1.
101. Thurlow and Macklin, Madderizep bone as material for bonegrafts. Annals of surgery 1918, Nr. 4, April.
102. Unger, Zur Behandlung von Pseudarthrosen. Berl. klin. Wochenschr. 1916, Nr. 34
103. Weiß, Zur Kasuistik der operativ behandelten Pseudarthrosen. Deutsche Zeitschr. f. Chir. 1899, Bd. 53, S. 236.
104. Williams, The methode suggestiv for bone transplantations. Annales of surgery 1914, Nr. 4.
105. Wittek, Operative Behandlung von Tibiapseudarthrosen. Münch. med. Wochenschr, 1914, S. 1696.
106. Zehbe, Ueber Knochenregeneration. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen. Bd. 24, H. 1.
107. Zondeck, Experimentelle Studien zur Struktur des Knochenkallus. Berl. Gesellschaft f. Chir. 8. Dez. 1913. Ref. Zentralbl. f. Chir. 1914, S. 240.

Sachregister.

A.

Anfrischung der Pseudarthrosen 10 ff.
Apparate bei Pseudarthrosen 1, 46. 49. 52. 55.

B.

Bolzung 36. 38 ff.
Bruchendengestaltung an der einknochigen Extremität 12 ff.
— an der doppelknochigen Extremität 17 ff.

D.

Deformitäten bei Pseudarthrosen 3 ff. 45.

E.

Elevatorium 17.
Endost 30 ff. 36.
Entsplitterung der Schußfrakturen 5 ff.
Extension bei Schußfrakturen 7.

F.

Fixierung der Schußfrakturen 6 ff.
Funktionelle Belastung 18 ff. 28.

G.

Gestielter Knochenspan 37.
Gipsverband bei Pseudarthrosen 14 ff. 18. 42. 50.

H.

Heildauer 20.
Heilvorgang 24 ff.

I.

Infektion, latente 13. 21. 29.
Injektion bei Pseudarthrosen 9.
Interposition bei Pseudarthrosen 2.

K.

Kongenitale Pseudarthrosen 3. 8.

M.

Meißel (Lexer, Linhart) 35.
Methode der Knochennaht 15 ff.
— der Transplantation 35 ff.

N.

Nahtmaterial 13 ff.
Narbengewebe in der Umgebung der Pseudarthrosen 12.
Narben der Haut 35.

P.

Periost bei Pseudarthrosen 11. 36.
Pseudarthrose des Oberarms 21 ff.
— des Kopfes des Oberarms 17.
— der Mitte des Oberarms 12.
— des unteren Drittels des Oberarms 17.
— der Vorderarmknochen 17. 38. 43. 45.
— der Clavicula 23.
— des Oberschenkels 17 ff. 22.
— des Unterschenkels 18. 38. 45.

S.

Schlottergelenk des Hüftgelenks 46 ff.
— des Knies 46.
— der Schulter 48 ff.
— des Ellbogens 51 ff.

T.

Transplantation 29 ff.

V.

Verkürzung 19. 43.
Verriegelung 37.

Z.

Zeitpunkt der Operation 20.

Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.

Kürzlich erschienen:

Orthopädische Operationslehre.

Von Prof. Dr. **O. Vulpius** und Dr. **A. Stoffel.**

Zweite, umgearbeitete Auflage.

Mit 627 zum Teil farbigen Textabbildungen.
Lex. 8°. 1920. geh. M. 120.—; in Halbleinw. geb. M. 133.—
Auslandpreis geh. M. 240.—; geb. M. 266.—

Die Lehre von den statischen Insuffizienz-Erkrankungen mit besonderer Berücksichtigung der

Insufficientia vertebrae.

Von Dr. **A. Schanz.**

Mit 7 Textabbildungen. Lex. 8°. 1921. geh. M. 10.—

Die freien Transplantationen.

Von Geh. Rat Prof. Dr. **Erich Lexer** in Freiburg i. B.

ZWEI TEILE.

I. Teil:

Unter Mitwirkung von
Prof. Dr. **R. Eden,** Freiburg i. B., Dr. **Sigfried Knauer,** Jena,
Dr. **Justus Meyer,** Jena, mit einem Beitrag von Prof. Dr. **Wolfgang Stock,** Jena.
Mit 411 teils farbigen Textabbildungen.
Lex. 8°. 1919. geh. M. 54.—; in Leinw. geb. M. 70.—
(Neue Deutsche Chirurgie. Herausg. von Prof. Dr. H. Küttner. Band 26a.)

Thrombose und Embolie nach chirurgischen Operationen.

Von Geh. Rat Prof. Dr. **Hermann Fehling.**

Mit 2 farbigen Tafeln und 7 Textabbildungen. Lex. 8°. 1920. geh. M. 20.—

Orthopädische Sonderturnkurse.

Entstehungsgeschichte der Kurse, ihre zweckmäßige Einrichtung und ihr Wert bei der Behandlung der Wirbelsäulenverkrümmungen.

Von Prof. Dr. **A. Blencke.**

Mit 60 Textabbildungen. Lex. 8°. 1913. geh. M. 8.—

Grundriss der orthopädischen Chirurgie

für praktische Ärzte und Studierende.

Von Dr. **M. Haudek.**

Nebst einem Vorwort von Prof. Dr. A. Hoffa.
Mit 198 Textabbildungen. Lex. 8°. 1906. geh. M. 8.—; in Leinw. geb. M. 10.—

Hoffa, Technik der Massage.

Siebente, verbesserte Auflage, herausgegeben von Prof. Dr. **H. Gocht.**

Mit 47 teilweise farbigen Textabbildungen.
Lex. 8°. 1920. geh. M. 10.—; in Pappband geb. M. 18.—

Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.

Die Entstehung elektrischer Ströme in lebenden Geweben

und ihre künstliche Nachahmung durch synthetische organische Substanzen.

Experimentelle Untersuchungen von Dr.-Ing. **R. Beutner.**

Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. **R. Höber.**

Mit 15 Textabbildungen. Lex. 8°. 1920. geh. M. 40.—

Die Hypnose und die Hypno-Narkose.

Für Medizin-Studierende, praktische und Fachärzte.

Mit einem Anhang: Die Stellung der medizinischen Psychologie (Psychotherapie) in der Medizin.

Von Prof. Dr. **A. A. Friedländer.**

Lex. 8°. 1920. geh. M. 18.—; in Pappband geb. M. 24.—

Interessenten sind Studierende der Medizin, praktische Ärzte, **insbesondere Chirurgen, Gynäkologen, Nervenärzte und Psychologen.**

Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie.

Zum Gebrauch für Ärzte und Studierende.

Von Geh. Rat Prof. Dr. **E. Lexer.**

Zehnte und elfte Auflage.

Zwei Bände. Mit 415 teils farbigen Textabbildungen und einem Vorwort von Prof. Dr. **E. v. Bergmann.** Lex. 8°. 1920. geh. M. 72.—; in Leinw. geb. M. 88.—

Was müssen die Eltern von der orthopädischen Fürsorge und Erziehung ihrer Kinder wissen?

Ein Wort zur Aufklärung und Mahnung an Eltern und Erzieher.

Von Privatdozent Dr. **Friedrich Löffler.**

Mit 35 Textabbildungen. 8°. 1920. steif geheftet M. 6.—

Lehrbuch der Krankheiten des Herzens und der Blutgefäße.

Von Prof. Dr. **Ernst Romberg.**

Dritte Auflage.

Mit 116 Textabbildungen. Lex. 8°. 1921. geh. M. 110.—; in Halbleinw. geb. M. 122.—

(Auslandpreis geh. M. 220.—; in Halbleinw. geb. M. 244.—)

Verhandlungen der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft. Fünfzehnter Kongreß.

Abgehalten zu Dresden am 27.—29. Mai 1920.

Im Auftrage des Ausschusses der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft herausgegeben von ihrem Schriftführer Prof. Dr. **K. Biesalski.**

Mit 210 Abbildungen und 4 Texttafeln. Zugleich Beilageheft der „Zeitschrift für orthopädische Chirurgie" XL. Band. Lex. 8°. 1921. geh. M. 160.—

Der Gesichtsausdruck des Menschen.

Von Prof. Dr. **H. Krukenberg.**

Zweite, neubearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit 259 Textabbildungen. Lex. 8°. 1920. geh. M. 28.—; geb. M. 35.—

Medizinische Plaudereien.

„De omnibus rebus et quibusdam aliis."

Von Prof. Dr. **B. Stiller.**

gr. 8°. 1920. geh. M. 9.—

Auf alle vor dem Jahre 1919 erschienenen Werke 150% auf die im Jahre 1919 erschienenen 50% Verlagsteuerungszuschlag und der übliche Sortimentsteuerungszuschlag.

18.P.64
Die Pseudarthrosen und die durc1921
Countway Library BEB3560
3 2044 045 631 538

18.P.64
Die Pseudarthrosen und die durc1921
Countway Library BEB3560
3 2044 045 631 538